

Ein neues Verfahren zum Verlegen von Unterwasserkabeln

Von Gottfried Sturm, Nürnberg *)

DK 621.315.285

Seekabelverlegungen in Binnenseen sind bei Anwendung der von Überseekabeln her bekannten Technik nur dann interessant, wenn die Umstände besondere Lösungen erfordern. Das in dem folgenden Aufsatz beschriebene Verfahren¹⁾ bedient sich einer neuen Technik und läßt besonders wirtschaftliche Lösungen erwarten.

Übliche Art der Verlegung langer Überseekabel

Lange Überseekabelstrecken werden von besonders eingerichteten Verlegeschiffen aus verlegt. Diese Sonderfahrzeuge müssen nicht nur große Kabellängen aufnehmen können, sondern auch alle zum Einbringen des Kabels in das Wasser und auf den Meeresgrund notwendigen Hilfsmittel an Bord haben.

Über eine Winde werden Kabelführung und Ablaufgeschwindigkeit gesteuert, wie es der Verlegevorgang und die Geschwindigkeit des Verlegeschiffes erfordern. Diese aufeinander abzustimmenden Bewegungen werden durch das Gewicht des Kabels und die Art und Weise, wie es zum Boden hängt, beeinflußt. Ein wichtiger Faktor ist dabei die Bestimmung der Zugkraft, die auf das Kabel wirkt. Aus dieser Zugkraft in Kabelrichtung kann der waagerechte Zug, der während der Verlegung auf das Kabel ausgeübt werden soll, bestimmt werden. Dieser Zug darf nicht so groß sein, daß das Kabel zu stark gespannt wird; er darf aber auch nicht so klein sein, daß zuviel Kabellänge (Lose) nutzlos am Meeresgrund liegt.

Während bei langsamer Vorwärtsbewegung des Verlegeschiffes das Kabel in einer Kettenlinie (Schleppkurve) zum Untergrund hängt, verändert sich diese mit höherer Geschwindigkeit bis zu einer Geraden, deren Neigung von der Geschwindigkeit und dem Kabelgewicht abhängt.

Die Zugkraft, mit der das Kabel an der Ablaufwinde gebremst werden muß, ist also mindestens gleich dem Gewicht der senkrecht zwischen dem Verlegefahrzeug und dem Grund hängenden Kabellänge abzüglich dem Auftrieb durch das Wasser. Sie wird um eine gewisse waagerechte Komponente erhöht, damit kein unnötiger Kabelmehrverbrauch entsteht.

Verlegung von Unterwasserkabeln in Binnenseen

Die geschilderte Technik wird grundsätzlich auch bei der Verlegung von Seekabeln in Binnengewässern angewendet. Da es aber unmöglich ist, Spezialschiffe zu solchen Verlegestellen zu transportieren, müssen Sonderfahrzeuge an Ort und Stelle zusammengebaut werden²⁾.

Für die Verlegung eines Kabels im Königssee wurde z. B. das in Bild 1 gezeigte Wasserfahrzeug aufgebaut. Über 2 Schwimmkörper, die der besseren Transportmöglichkeit auf den engen Zufahrtsstraßen wegen aus mehreren Einzelpontons bestanden, wurde eine Arbeitsbühne gelegt. Diese

trug im Schwerpunkt, in einem Oval aufgeschossen, das Kabel. Die Ablaufwinde und der Auslaufbogen mit Winkelmessern lagen, im Gegensatz zur bisherigen Gepflogenheit, an den gegenüberliegenden Schmalseiten. Damit konnte auf einer Brücke über der Fahrzeugmitte, außer dem notwendigen Leitbogen für das vom Stapel ablaufende Kabel, eine Zugmeßeinrichtung für das Kabel angebracht werden. Der Durchlaufwinkel am Dynamometer war so gewählt worden, daß der Kabelzug ohne Umrechnung abgelesen werden konnte. Mit der elektrischen Steuerung des Windenantriebes von der Kommandobrücke aus sowie der Ablesung des Kabelzuges und des Einlaufwinkels waren die notwendigen Funktionen von einer Stelle aus gut zu überblicken.

Bei der geringen Verlegegeschwindigkeit von 1,3 km/h hing das Kabel nach der Kettenlinie zum Grund. Die Kurve war durch die Festlegung der Zugkraft am Kabel, des Einlaufwinkels und der Kenntnis des Kabelgewichtes so überbestimmt, daß auf eine vorherige genaue Aufnahme des Tiefenprofils verzichtet werden konnte.

Im ganzen gesehen, ergab diese Anordnung eine recht günstige und wirtschaftliche Möglichkeit für das Verlegen von Kabeln in Binnenseen. Wenn man aber den Gesamtaufwand für eine solche Kabelverlegung betrachtet, so sind doch, außer im eigentlichen Verlegefahrzeug, noch recht erhebliche Kosten in den benötigten Zugbooten, den Stabilisierungsbooten, der Kurshaltung, den ganzen Sicherungseinrichtungen usw. enthalten.

Grundgedanke der neuen Verlegeart

Der hohe technische Aufwand und die vielen Unsicherheitsfaktoren, die mit der Verlegung verbunden sind, ließen eine Vereinfachung des Verlegevorganges anstreben. In nur wenige Meter tiefen Gewässern (z. B. Seen und Flüssen) hat man schon immer Kabel mit Hilfe von Schwimmkörpern aus Brettern, Tonnen usw. ausgeschwommen und auf die gewünschte Trasse gebracht. Durch Lösen von den Schwimmkörpern wird das Kabel auf den Grund dieser Gewässer gelegt.

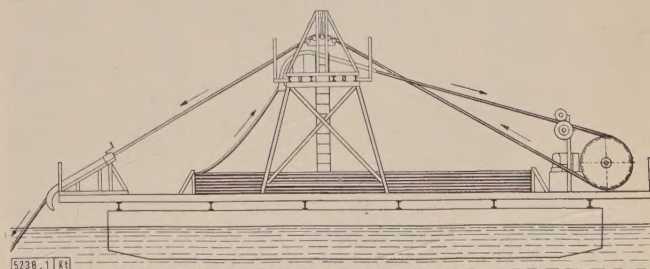


Bild 1. Verlegegerät für Binnenseekabelverlegung.

*) Obering. Dr. phil. G. Sturm ist Leiter der Prüffelder und Montageabteilung der Firma Kabel- und Metallwerke Neumeyer Aktiengesellschaft.

1) Deutsches Bundespatent Nr. 1 063 238 v. 6. 11. 1958.

2) F. Noll und G. Sturm: Eine Seekabelverlegung im Königssee. ETZ-B Bd. 10 (1958) S. 65—67.

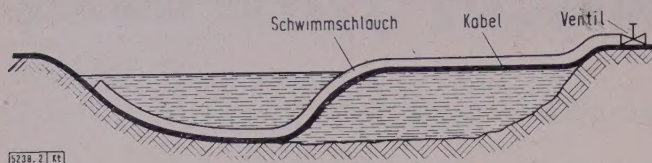


Bild 2. Grundgedanke der Seekabelverlegung mit Schwimmschlauch.

Diese an sich umständliche, nur für geringe Tiefen anwendbare und zum Teil für das Kabel gefährliche Verlegeart wird wesentlich vereinfacht, wenn man ein langgestrecktes Tragorgan für das Kabel verwendet, dessen Auftrieb kontinuierlich verändert werden kann. Durch Vermindern des Auftriebes sinkt das Kabel mit dem Tragorgan auf den Seegrund; durch Erhöhung des Auftriebes wird es wieder an die Wasseroberfläche gehoben. Die Bewegung nach unten oder nach oben erfolgt jeweils nur über die Strecke, an der der Auftrieb verändert wurde.

Diese Forderung erfüllt ein bewegliches Rohr, wie z. B. das Neuplasta-Kaltwasserrohr aus Polyäthylen. Der Auftrieb wird beliebig durch Einlassen von Wasser von einer Seite her und durch gleichzeitiges Ablassen der Luft an der anderen Seite verändert. Die Ablaufgeschwindigkeit dieses Vorganges kann sowohl durch die einströmende Wassermenge als auch durch die über ein Ventil abgelassene Luftmenge gesteuert werden. Dabei besteht ohne weiteres die Möglichkeit, mehrere solcher Tragorgane über eine Druckausgleichs-Einrichtung parallel zu schalten.

Das wichtigste Merkmal dieser Verlegeart ist wohl darin zu sehen, daß das Kabel nicht auf seiner ganzen Länge gleichmäßig sinkt, sondern, von einem Ende beginnend, auf dem Grund abgerollt wird (Bild 2).

Dabei kann während des ganzen Verlegevorganges ein gewünschter waagerechter Zug auf das Kabel wirken. Gleichzeitig ist bei dieser Verlegeart die Zugbeanspruchung am Kabel so gering, daß auch bei Tiefen von 100 m und mehr eine Armierung zum Aufnehmen der Zugkräfte entfallen kann. Die damit erzielte Gewichtsverminderung kommt der Bemessung des Tragorganes zugute.

Kabel und Tragorgan werden miteinander verbunden und mit einem kleinen Wasserfahrzeug über die Wasseroberfläche ausgezogen. Die vorgesehene Trasse kann mit Verspannungen festgelegt und gesichert werden.

Wenn das ausgezogene Kabel am Zielort gelandet und befestigt worden ist, wird der Schlauch an diesem Ende unter Wasser geöffnet und am anderen Ende die in dem Schlauch vorhandene Luft über ein Ventil abgelassen. Bläst man nach der Verlegung wieder Luft in das Tragorgan und verdrängt dadurch das Wasser, so wird das Kabel wieder an die Oberfläche gehoben.

Um einen gleichmäßigen Ablauf des Versenkens und des Hochhebens zu gewährleisten, sollte das Luftvolumen



Bild 3. Verbindung von Kabel und Rohr während des Ausziehvorganges.

des Schlauches so bemessen werden, daß im Gleichgewichtszustand die Wassersäule im Schlauch nicht zu gering ist.

In jedem Fall kann die Möglichkeit vorgesehen werden, den Schwimmschlauch nach der Verlegung vom Kabel zu trennen und zu bergen. Man kann so das Neuplastarohr für mehrere Verlegungen oder sonstwie verwenden, z. B. als Wasserleitungsrohr.

Bei Verwendung eines Schlauches aus einem Werkstoff mit einem spezifischen Gewicht kleiner als 1, z. B. PET, wird der Schlauch nach dem Abtrennen vom Kabel von alleine an die Oberfläche kommen.

Zum Trennen von Kabel und Tragorgan können Hilfseinrichtungen auf mechanischer, physikalischer oder chemischer Grundlage benutzt werden. Damit gestaltet sich dieses Verlegeverfahren noch wirtschaftlicher. Allerdings verliert man die Möglichkeit, das Kabel wieder zu bergen, vor allem dann, wenn es nicht genügend zugfest ist.

Beispiel einer Verlegung

Die Deutsche Bundespost hatte zum unmittelbaren Verbinden der Orte Tegernsee und Bad Wiessee ein 200-paariges Fernsprechkabel ($200 \times 2 \times 0,6$ St III) mit 0,6 mm dicken Kupferleitern quer durch den Tegernsee geplant. Eine Untersuchung aller möglichen Verlegearten und der dazu notwendigen Kabelkonstruktionen hat ergeben, daß das neue Verlegeverfahren für Unterwasserkabel die wirtschaftlichste Lösung darstellte.

Zwar gestattet dieses Verfahren wegen der geringen Zugkräfte, die bei der Verlegung auftreten, ein Kabel ohne zugfeste Armierung zu verwenden, aber der Wasserdruck, der auf dem hohlraumisolierten Kabel lastet, bedingt einen Mantel, der bei rd. 70 m Tiefe mindestens 7 at Außendruck dauernd aushält. Unter diesen Voraussetzungen bot sich der Stahlwellmantel geradezu von selbst an.

Das schließlich am 16. 4. 1959 verlegte Kabel hat über der Seele einen verschweißten Stahlwellmantel von 0,4 mm Dicke, der durch eine Polymentschicht und einen darüberliegenden Außenmantel aus Polyäthylen geschützt ist. Der Außendurchmesser dieses Kabels beträgt 46,4 mm bei einem Gewicht von 2,5 kg/m.

Bei einer Entfernung der Anlandepunkte von 1550 m wurde das Kabel in einer Länge von 1720 m gefertigt. Damit konnte die für den Durchhang und die für seitliche Abweichungen von der Trasse notwendige Mehrlänge gedeckt und gleichzeitig die Spulenfeldlänge von 1700 m in diesem pupinisierten Ortskabel ohne Zwischenverbindung eingehalten werden. Außerdem ist das eine Kabellänge, die gut auf einer üblichen Versandtrommel E 30 von 3 m Flanschdurchmesser untergebracht und befördert werden kann.

Als Tragorgan wurde ein Neuplasta-Kaltwasserrohr aus Polyäthylen mit 59 mm Außendurchmesser verwendet. Bei einer Wanddicke von 2,8 mm beträgt der Innendurchmesser 44,4 mm. Die benötigten 1600 m wurden in einem Stück ebenfalls auf einer normalen Versandtrommel E 30 angeliefert. Somit war der Transport des Kabels und des Tragrohres kein besonderes Problem.

Das Kabel wurde mit dem Schwimmschlauch am Verlegeort vor dem Einlauf in den See in einem einfachen Zentralspinner verbunden, mit dem ein PVC-isolierter Eisendraht mit einer Schlaglänge von etwa 30 cm um beide geschlungen wurde (Bilder 3 und 4). Ein vorhandener Papierspinner aus der Kabelfertigung wurde entsprechend umgebaut. Kabel und Schwimmrohr wurden mit Hölzern so geführt, daß sie zwangsläufig übereinanderlagen und sich nicht drehen konnten.

Der Spinner wurde mit einem Elektromotor über einen Flender-Variator zur Drehzahlanpassung an die Kabelgeschwindigkeit angetrieben. Die Kopplung des Spinners mit der Vorwärtsbewegung des Kabels wurde vermieden, um das Stoppen des Ausziehvorganges im Falle einer Störung am Spinner zu verhindern. Bei einer Störung des Ablaufes des Verbindungsdrahtes während der Verlegung hat sich diese Maßnahme bewährt.

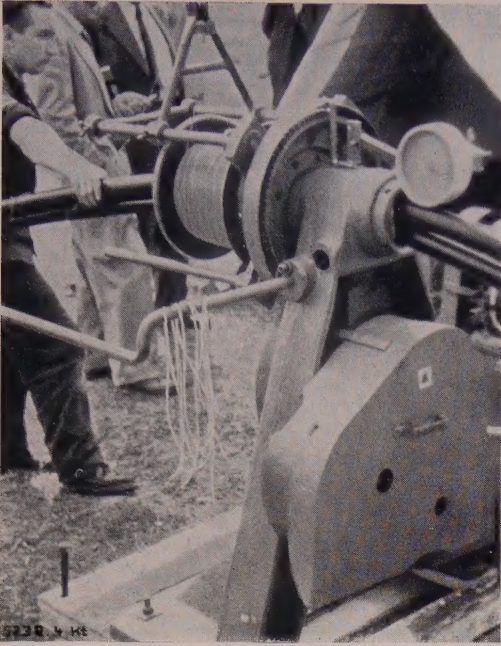


Bild 4. Zentralspinner zum Verbinden von Kabel und Rohr.

So war es möglich, auch bei stillstehendem Spinner das Kabel mit dem Rohr mit konstanter Geschwindigkeit weiterlaufen zu lassen. Die beiden Teile wurden in diesem Fall mit Kordelbunden aneinander befestigt, die in Abständen von einigen Metern von Hand angebracht wurden. Diese Kordelbunde waren sowieso als zusätzliche Sicherung der Verbindung in Abständen von etwa 20 m für den Fall des nachträglichen Reißens des Verbindungsdrahtes umgebunden worden.

Die Zugkraft des Ausziehmotors lag mit rd. 100 kp weit unter der Grenze, die dem Kabel hätte gefährlich werden können. Die Kabeladern waren alle zusammengefaßt, um gemeinsam die Zugkräfte beim Ausziehen und beim Versenken aufzunehmen. Bei konstanter Zugkraft des Ausziehbootes wurde die Abzugsgeschwindigkeit durch den Widerstand der ablaufenden Kabeltrommel und eine zusätzliche geringe Bremsung an den Trommelflanschen eingestellt.

Da der etwas über die Wasseroberfläche hinausreichende Schwimmschlauch (Bild 5) sowohl während des Ausziehvorganges als auch besonders bei Zugentlastung während des Anlandens auf der Gegenseite bis zum Einleiten des Absenkvorganges von einem seitlichen Wind, wie er am Tegernsee immer auftritt, leicht abtrieb, wurde er mit Hilfe von verankerten Kähnen auf der Trasse gehalten. In etwa gleichen Abständen wurden fünf Kähne auf der Trasse mit Steinen von etwa 30 bis 40 kg Gewicht und Eisendraht verankert. In jedem Kahn saß ein Mann mit einem an einer Stange befestigten offenen Bogenhaken, durch den das Rohr mit dem Kabel lief.



Bild 5. Verlegen des Kabels mit Begleitboot

Der Ausschwimmvorgang dauerte etwa 1½ Stunden. Nach dem Befestigen des angelandeten Kabelendes wurde das Schlauch-Ende mit einem Wasser-Einlaßkorb versehen und am Ufer unter Wasser gebracht, womit der Absenkvorgang eingeleitet wurde. Die Sinkgeschwindigkeit wurde durch das Luftauslaßventil so gesteuert, daß das ganze Kabel in etwa 45 Minuten auf den Seegrund gebracht wurde. Ein Begleitkahn gab jeweils die Stelle an, bis zu der das Kabel abgesenkt war. Die notwendige Mehrlänge wurde vom Ufer unter einem vorgegebenen waagerechten Zug nachgelassen.

Die wichtigsten Stellen, Zugboot, fernes Ufer und Begleitkahn, standen mit der Einlaufstelle über Funksprengeräte in Verbindung, so daß alle Befehle von dort aus fernmündlich gegeben werden konnten. Gleichzeitig konnten Wünsche und Beobachtungen von draußen unmittelbar der Befehlsstelle mitgeteilt werden.

Auf Wunsch interessierter Techniker, die der Verlegung beiwohnten, wurde das Kabel durch Einblasen von Stickstoff in das Schwimmsrohr wieder auf eine Länge von einigen 100 m an die Wasseroberfläche gebracht und erneut gesenkt (Bild 6). Damit wurde die Einfachheit des Bergens des auf dem Seegrund ausgelegten Kabels vorgeführt.

Auf diese Weise lassen sich z. B. die Anlande-Enden verhältnismäßig einfach nachträglich in ausgehobene Unterwassergräben bringen, die wieder eingedeckt werden, um das Kabel vor Beschädigungen im seichten Ufergelände zu



Bild 6. Schwimmschlauch-Ende mit Luftauslaßventil zum Absenken und mit angeschlossener Stickstoffflasche zum Bergen des Kabels.

schützen. Dabei ist noch zu erwähnen, daß ein stetig wirkender Auftrieb das Kabel wesentlich leichter aus dem Schlammgrund löst als ein einseitiger Zug, wie er bei Kabeln ohne Tragschlauch zum Bergen angewendet werden muß.

Das Kabel selbst stand zur Kontrolle während und nach dem Verlegevorgang unter einem Innendruck von mehreren Atmosphären. Der Auszieh- und Verlegevorgang ist programmgemäß und ohne Störung abgelaufen. Der kleine Aufwand bewies die Wirtschaftlichkeit dieses neuen Verlegeverfahrens.

Zusammenfassung

Der Verfasser beschreibt ein neues Verfahren zum Verlegen von Unterwasserkabeln, bei dem das Kabel mit einem Tragorgan versehen wird, dessen Auftrieb kontinuierlich verändert werden kann. Das Tragorgan besteht aus einem Kunststoffschlauch, der mit der ganzen Länge des Kabels verbunden ist. Zum Absenken des Kabels wird der vorher luftgefüllte Schlauch geflutet. Damit wird das Kabel, von einer Anlandestelle beginnend, auf dem Grund abgerollt. Durch Einpressen von Luft oder Stickstoff kann das verlegte Kabel wieder an die Wasseroberfläche gebracht werden.

Verfahren und Geräte zur genauesten Strom-, Spannungs- und Leistungsmessung bei Wechselstrom

Von Andreas Ebinger, Berlin*)

DK 621.317.7.025

Der folgende Aufsatz gibt eine Übersicht über die handelsüblichen Wechselstrom-Präzisions-Instrumente und berichtet abschließend über Verfahren und Einrichtungen, die eine Verringerung der Meßfehler unter 0,1 % hinaus ermöglichen.

Ausschlagsverfahren

Seit jeher bestand in der elektrischen Meßtechnik der Wunsch, Wechselströme, -spannungen und -leistungen mit der gleichen Genauigkeit zu messen wie die entsprechenden Gleichstromgrößen. Bei den anzeigenden Instrumenten galt als erstrebenswertes Vorbild das Drehspul-Instrument, das in neuerer Zeit zu höchster Präzision entwickelt werden konnte. Erstklassige Erzeugnisse erlauben, Gleichströme und Gleichspannungen mit einer Unsicherheit von höchstens 0,1 % des Meßbereich-Endwertes zu messen. Die Messung von Wechselströmen und Wechselspannungen jedoch ist mit Drehspul-Instrumenten nur über Gleichrichter oder Thermo-Umformer möglich. Diese Hilfsmittel bringen aber im allgemeinen Fehler und Unsicherheiten mit sich, welche die Meßgenauigkeit begrenzen. Eine Ausnahme bildet in dieser Hinsicht der Vektormesser [1], ein mechanischer Gleichrichter hoher Präzision, der in Verbindung mit einem Drehspul-Anzeige-Instrument Wechselströme und Wechselspannungen sehr genau zu messen gestattet. Entsprechend seinem Meßprinzip liefert er den zeitlichen linearen Mittelwert der Meßgröße nach Betrag und Phase und ist infolgedessen außerordentlich vielseitig verwendbar [2].

Elektrodynamische Instrumente

Zum genauen Messen des Effektivwerts ist man jedoch auf andere Instrumententypen angewiesen. Das gegebene Meßwerk hierzu wäre das elektrodynamische, das in seiner eisenlosen Präzisionsausführung in gleicher Weise für Gleich- und Wechselstrom verwendbar ist. Elektrodynamische Strom- und Spannungsmesser dienen daher früher allgemein als Normal-Instrumente für Wechselstrom. Sie weisen jedoch erhebliche Nachteile auf, die ihrer Verwendung entgegenstehen: die quadratische Skalencharakteristik, die sich nur durch sehr aufwendige konstruktive Maßnahmen linearisieren läßt, der hohe Eigenverbrauch, die große Empfindlichkeit gegen magnetische Fremdfelder und schließlich die begrenzte Belastbarkeit der Stromzuführungsfedern. Bei Strömen oberhalb 0,1 A ist man gezwungen, Nebenwiderstände zu verwenden, die erhebliche Temperatur- und Frequenzfehler mit sich bringen. Wegen all dieser Nachteile wurden die elektrodynamischen Strom- und Spannungsmesser in letzter Zeit durch die weit einfacheren Dreheisen-Instrumente völlig verdrängt.

Größte Bedeutung dagegen hat nach wie vor der elektrodynamische Leistungsmesser, der in erster Linie zur Eichung und Kontrolle von Zählern dient. Angesichts der Riesensummen, welche alljährlich über Elektrizitätszähler verrechnet werden, ist es verständlich, daß an die Genauigkeit der Leistungsmesser und an die Präzision ihrer Meßwerke ganz besonders hohe Anforderungen gestellt werden. Der elektrodynamische Leistungsmesser zeigt, mit Gleichstrom geeicht, bei Wechselstrom unmittelbar die Wirkleistung an. Voraussetzung dabei ist aber, daß einerseits das Meßwerkfeld genau in Phase mit dem erregenden Strom ist und daß zum andern der Drehspulstrom nicht nur proportional der Spannung, sondern mit ihr auch absolut phasengleich ist. Deshalb muß das Meßwerk völlig ohne Eisen und unter sparsamster Verwendung irgendwelcher Metallteile aufgebaut werden, um möglichst wenig Gelegenheit zur Bildung von Wirbelströmen zu geben, die Phasenfehler verursachen könnten.

Elektrodynamische Präzisions-Instrumente erfordern wegen der geringen Feldstärke im Meßwerkraum besondere Maßnahmen zum Schutz gegen äußere Magnetfelder: entweder eine astatistische Anordnung oder eine magnetische Abschirmung des Meßwerks. Astatistische Doppelsysteme mit entgegengesetzter Feldrichtung in den beiden Meßwerkhälften werden zwar durch homogene Fremdfelder nicht beeinflusst; stark inhomogene Fremdfelder, die sich jedoch im allgemeinen vermeiden lassen, können allerdings Meßfehler verursachen. Eine Ausführung, die sich namentlich wegen ihrer hohen Konstanz über viele Jahre bestens bewährt hat [2], enthält zwei gleichartige Meßwerke übereinander mit einer gemeinsamen Achse. Das bewegliche Organ wird von einem mehrteiligen Keramikkörper getragen, der formstarr und unempfindlich gegen Temperatur- und Feuchtigkeitseinflüsse ist.



5210.1 G

Bild 1. Meßwerk des astatischen Lichtmarken-Leistungsmessers von Siemens & Halske.

Bild 1 zeigt eine andere Ausführungsmöglichkeit, bei der die beiden Systemhälften nicht übereinander, sondern auf gleicher Höhe nebeneinander zu beiden Seiten der Meßwerkachse angeordnet sind. Das bewegliche Organ ist hier von Spannbändern gehalten, die eine völlig reibungsfreie Bewegung des Meßwerks gewährleisten. Die Richtkraft wird im wesentlichen von den beiden Spiralfedern ausgeübt, wogegen bei anderen Konstruktionen (z. B. Bild 2) Lagerung, Richtkraft und Stromzuführung von den Spannbändern allein übernommen werden.

Zu den hauptsächlichsten Fehlerquellen der dynamometrischen Leistungsmesser zählen die Wechselspannungen, die vom Feldspulenstrom in den Spannungspfad induziert werden. Diese erzeugen Störströme, deren Größe und Richtung von der Frequenz und von der jeweiligen Stellung der Drehspule im Meßwerkfeld abhängen. Die hierbei entstehenden Fehler lassen sich dadurch umgehen, daß man die Spulen senkrecht zueinander anordnet und ihre Gegeninduktivität so klein wie möglich macht, wie es bei der in Bild 1 dargestellten Konstruktion zu erkennen ist. In

*) Dr.-Ing. A. Ebinger ist Leiter der Meßgeräte-Entwicklung der AEG-Fabriken Reinickendorf.

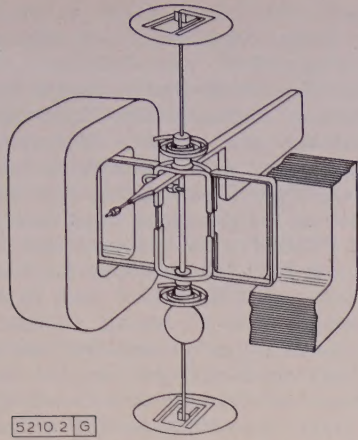


Bild 2. Geschirmter Lichtmarken-Leistungsmesser mit zweizeiliger Skala von Hartmann & Braun.

idealer Weise wurde dies bei dem alten Torsions-Dynamometer erreicht. Dessen Ausschlag kompensierte man beim Messen durch eine entgegengesetzte Drehung des Torsionskopfes, so daß die Drehspule wieder in ihre Ausgangslage — genau senkrecht zur Feldspule — zurückgeholt wurde. Die Verdrehung des Torsionskopfes wurde an einer Skala abgelesen und bildete unmittelbar ein Maß für die zu messende Leistung. Solche Torsionsdynamometer messen bei entsprechender Präzision mit einer Unsicherheit von nur 0,1 % und wurden noch bis in die jüngste Zeit hinein gebaut [3].

Die zweite Möglichkeit des Fremdfeldschutzes besteht in einer magnetischen Abschirmung, die bei den neueren Entwicklungen bevorzugt wird. Hierbei wird das Meßwerk im allgemeinen von zwei Schirmen aus Mumetallblech umgeben, die einen wirksamen Schutz auch gegen inhomogene Fremdfelder bieten. Eine solche Ausführung mit geschirmtem Meßwerk [4] zeigt Bild 2. Dieser Leistungsmesser weist noch eine interessante konstruktive Besonderheit auf: die zweizeilige Skala. Der Drehspiegel hat nämlich zwei in einem bestimmten Winkel zueinander geschliffene Flächen. Die Lichtmarke wird zunächst von der ersten Spiegelfläche über die obere Skala von 0 bis 150 Skalenteilen geführt und anschließend von der zweiten Spiegelfläche über die untere Skala von 150 bis 300 Skalenteilen. Dadurch läßt sich bei Lichtmarken-Instrumenten die Skalenlänge und somit auch die Ablesegenauigkeit auf sehr elegante Weise verdoppeln.

Dreheisen-Zeigerinstrumente

Wie schon erwähnt, werden zum genauen Messen von Wechselströmen und Wechselspannungen heutzutage vorwiegend Dreheisen-Instrumente gebaut, seitdem neue hochwertige Werkstoffe für die System-Eisen zur Verfügung stehen [5]. Das moderne Dreheisen-Instrument mit Rund-

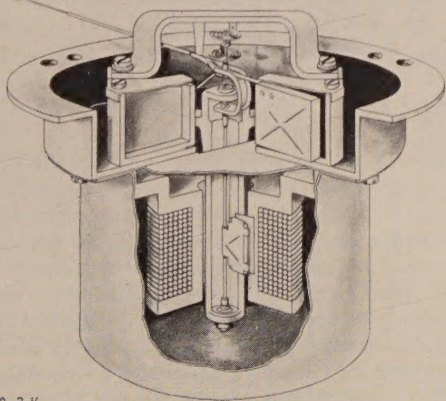


Bild 3. Geschirmtes Rundspul-Meßwerk eines Dreheisen-Zeigerinstrumentes der AEG.

spul-Meßwerk (Bild 3) enthält im Innern der zylindrischen Feldspule die beiden radial stehenden System-Eisen, die von dem Spulenfeld gleichsinnig magnetisiert werden und sich gegenseitig abstoßen. Der ursprünglich quadratische Skalencharakter läßt sich durch geeignete Formgebung und Anordnung der System-Eisen und der Feldspule weitgehend linearisieren.

Für die Funktion des Dreheisen-Instruments interessiert insbesondere der Hysteresefehler, der durch die Hysterese in den System-Eisen bedingt ist. Je nachdem, ob man bei ansteigendem oder abnehmendem Gleichstrom arbeitet, erhält man für den gleichen Stromwert unterschiedliche Induktionswerte und damit auch unterschiedliche Anzeigewerte. Die moderne Metallurgie löste dieses Problem durch Schaffung eines nahezu hysteresefreien weichmagnetischen Werkstoffs, einer hochpermeablen Nickel-eisenlegierung mit einer Koerzitivkraft von nur wenigen Millioersted. Durch Verwendung von System-Eisen aus diesem Werkstoff ist es gelungen, den Hysteresefehler auf weniger als 0,05 % herabzusetzen. Der Wechselstromwert liegt dann zwischen den beiden Gleichstromwerten, und zwar, wie durch sehr genaue Messungen festgestellt wurde, in der Nähe des kleineren, des Aufwärtswerts. Legt man diesen Aufwärtswert der Eichung zugrunde, so weichen

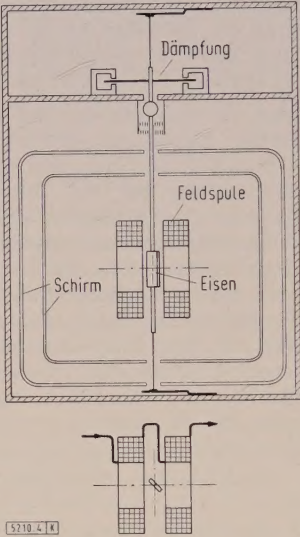


Bild 4. Dreheisen-Meßwerk nach dem Prinzip des Nadelgalvanometers von Belati.

Gleich- und Wechselstromanzeige um höchstens 0,01 bis 0,02 % voneinander ab. Dadurch ist es möglich geworden, solche Dreheisen-Instrumente mit einer gemeinsamen Skala für Gleich- und Wechselstrom zu versehen und mit dem Gleichstromkompensator zu eichen, ebenso wie früher die elektrodynamischen Strom- und Spannungsmesser, die dadurch völlig entbehrlich wurden. Die neuen Dreheisen-Instrumente stellen somit einen bemerkenswerten technischen Fortschritt dar, zumal sie noch weitere konstruktive und elektrische Vorteile aufweisen: Sie enthalten keine stromführenden beweglichen Teile, sind weniger empfindlich gegen Überlastungen und haben einen geringeren Eigenverbrauch.

Dreheisen-Lichtmarken-Instrumente

Bei spitzengelagerten Dreheisen-Zeigerinstrumenten ist allerdings wegen der mechanischen Eigenschaften des Meßwerks nur die Güteklasse 0,2 erreichbar. Deshalb bedeutete es einen weiteren großen Fortschritt, als im Jahre 1957 — erstmals in der Geschichte der Meßtechnik — Dreheisen-Instrumente der Klasse 0,1 auf den Markt gebracht wurden: Lichtmarken-Instrumente mit besonders kleinem Eigenverbrauch [6]. Das Meßwerk beruht auf dem schon sehr alten Prinzip des Nadel-Galvanometers von Belati (Bild 4). Die Nadel, ein kleines Plättchen aus

Ein ähnlicher Gedanke liegt dem Instrument von Schrader [10] zugrunde, dessen Schaltung Bild 7 wiedergibt. Hier werden Gleich- und Wechselstrom gleichzeitig durch die Spulen eines hochempfindlichen Dynamometers geleitet, so daß sich die entstehenden Drehmomente wieder gerade aufheben. Die Entkopplung beider Stromkreise wird durch eine Brückenschaltung erreicht, die durch zusätzliche induktive und ohmsche Widerstände so abgeglichen ist, daß zwischen den Punkten A und B keine Wechselspannung auftritt, daß also kein Wechselstrom in dem Gleichstromkreis fließen kann. Andererseits wird der Wechselstromkreis durch die beiden Kondensatoren C_1 gegen Gleichstrom gesperrt. Da die Drehspule und ihre Stromzuführungen den $1\frac{1}{2}$ -fachen Meßstrom führen, ist die zulässige Stromstärke praktisch auf 50 bis 100 mA begrenzt. Mit diesem Gerät ist, dem Bericht zufolge, ein Vergleich zwischen Gleich- und Wechselstrom mit einer Unsicherheit von höchstens 0,01 % möglich. Setzt man den Absolutfehler der Gleichstrom-Kompensation bei genügend sorgfältiger Messung mit 0,02 bis 0,03 % an, so dürfte sich für die Wechselstrommessung eine Unsicherheit von nur 0,03 bis 0,04 % erreichen lassen.

Sondereinrichtung zum Eichen von Wechselstrom-Zählern

Von der AEG wurde ein Verfahren zum Eichen von Wechselstrom-Normalzählern entwickelt [11]. Hierzu wird ein Präzisions-Leistungsmesser verwendet, dessen Meßgenauigkeit durch Ausschalten seiner Anzeigefehler wesentlich erhöht wird. Der für einen bestimmten Prüf- oder Meßvorgang gewünschte Leistungswert wird als Gleichstromleistung mit Hilfe eines Spezial-Kompensators genau vorgegeben und der sich dabei einstellende Zeigerausschlag in einem über dem Skalenbogen schwenkbaren Ablesemikroskop mit einer verstellbaren Strichmarke fixiert. Eine zweite derartige Messung macht man mit gewendeter Strom- und Spannungsrichtung und hält die Zeigerstellung, falls sie von der ersten um einen geringen Betrag abweichen sollte, durch eine zweite Strichmarke im Ablesemikroskop fest. Anschließend wird der Leistungsmesser auf den Wechselstromkreis umgeschaltet, dessen Leistung man jetzt so einstellt, daß der Zeiger genau in der Mitte zwischen den beiden Strichmarken steht.

Auf diese Weise wird dem Eichzähler der genaue Leistungs-Sollwert zugeführt, ohne daß Umrechnungen oder durch Anzeigefehler, Temperatureinfluß oder dergleichen bedingte Korrekturen notwendig sind. Die mit einer solchen Einrichtung erreichbare Toleranz beträgt 0,03 bis 0,04 %.

Die Elektrometer

Schließlich müssen bei der Aufzählung der direktanzeigenden Wechselstrom-Instrumente hoher Präzision auch die Elektrometer [12] genannt werden. Sie sind in ihren verschiedenen Ausführungen und Schaltungsarten zur Strom-, Spannungs- und Leistungsmessung sowohl für Gleichstrom als auch für Wechselstrom verwendbar und wurden in den großen Staatsinstituten, in Deutschland also in der damaligen Physikalisch-Technischen Reichsanstalt, bis zu einer beachtlichen Genauigkeit durchgebildet.

Das Multizellular-Elektrometer des Britischen National-Physical-Laboratory beispielsweise enthält ein bandaufgehängtes bewegliches System mit einer Vielzahl von Nadeln, die zwischen den feststehenden Elektroden schwingen. Die Lichtmarke wird durch den Hohlspiegel des Instruments auf einer kreisförmigen Riesenskala mit 2 m Radius abgebildet. Die Skalenlänge von 5 m entspricht einer Spannung von 140 V, die mit einer Unsicherheit von 0,01 V, im Mittel also von 0,01 % abgelesen werden kann. Der Strom wird unter Zuhilfenahme von Präzisions-Stromwandlern mit 1 A Sekundärstrom über einen hochbelastbaren Normalwiderstand von 100 Ω gemessen. Die Toleranz dieser Wandler wird ebenfalls mit 0,01 % zwischen 10 % und 100 % des Nennstroms angegeben.

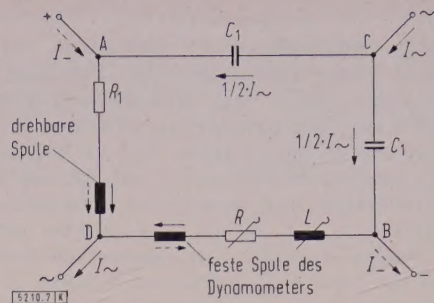


Bild 7. Schaltung des dynamometrischen Gleichstrom-Wechselstrom-Komparators nach Schrader.

Ein zweites Instrument dieser Art ist das Quadrant-Elektrometer, das in der idiostatischen Schaltung Spannungsmessungen, in der Quadrantenschaltung Leistungsmessungen erlaubt. Aus der von Orlich und Schultze ausgearbeiteten Theorie ergibt sich, daß der Effektivwert einer Wechselspannung genau den gleichen Ausschlag erzeugt wie eine gleich große Gleichspannung.

Was vorher schon bezüglich des wesentlich höheren Aufwandes an Instrumentarium, Kenntnissen und Meßzeit gesagt wurde, das gilt in ganz besonderem Maße von den elektrometrischen Messungen, die aus diesem Grunde nur einigen wenigen Instituten auf der Welt vorbehalten sind. Dafür liefern sie allerdings auch eine Genauigkeit, die bisher durch nichts überboten wurde, bei den Leistungsmessungen nicht einmal erreicht werden konnte.

Nullverfahren

Kompensations-Verfahren

Von den Nullmethoden sind zunächst die verschiedenen Kompensations-Verfahren als die ältesten zu erwähnen. Bei der Wechselstrom-Kompensation handelt es sich darum, die zu messende Spannung nicht nur ihrem Betrage, sondern auch ihrer Phasenlage nach zu kompensieren. Das kann man dadurch erreichen, daß man die vom Kompensator gelieferte Kompensations-Spannung betragsmäßig abgleicht und mit Hilfe eines Phasenschiebers in die Phasenlage der zu messenden Spannung dreht (Phasenschieber-Kompensatoren). Oder aber man setzt die Kompensations-Spannung aus zwei veränderbaren, um 90° gegeneinander versetzten Komponenten zusammen. Solche Kompensatoren nennt man in Anlehnung an die symbolische Darstellungsweise komplexe Kompensatoren [13].

Bild 8 a zeigt den Grundgedanken des komplexen Kompensators von Larsen, bei dem ein ohmscher Widerstand 1 und die Primärseite einer veränderbaren Gegeninduktivität 2 hintereinander vom Hilfsstrom I_h durchflossen werden. An dem Abgriff des Widerstandes 1 läßt sich dann die reelle Komponente U_1 und an der Sekundärseite der Gegeninduktivität die imaginäre Komponente U_2 der Kompensationsspannung abgreifen. Beide Komponenten werden so lange verändert, bis ihre vektorielle Summe gleich der zu messenden Spannung U_x ist, bis also das dazwischengeschaltete Null-Instrument 3, z. B. ein Vibrations-Galvanometer oder ein elektronischer Null-Indikator, keinen Ausschlag mehr zeigt.

In ähnlicher Weise arbeitet auch der Schleifdraht-Kompensator von Geyger (Bild 8 b), der für die

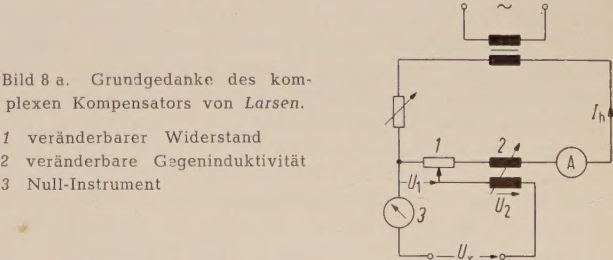


Bild 8 a. Grundgedanke des komplexen Kompensators von Larsen.
1 veränderbarer Widerstand
2 veränderbare Gegeninduktivität
3 Null-Instrument

beiden komplexen Komponenten zwei Schleifdrähte mit verschiebbaren Abgriffen enthält. Der erste Schleifdraht 1 für die reelle Komponente wird vom Hilfsstrom I_h durchflossen. In Reihe damit liegt diesmal eine feste Gegeninduktivität 3, die über einen hohen ohmschen Widerstand 4 den zweiten Schleifdraht 2 speist und an diesem eine um nahezu 90° verschobene Spannung erzeugt. Die Mitten der beiden Schleifdrähte sind miteinander verbunden; dadurch wird ermöglicht, je nach Bedarf positive oder negative Anteile der beiden komplexen Komponenten zusammenzusetzen und über ein Null-Instrument 5 gegen die zu messende Spannung U_x zu kompensieren. Die Firma Hartmann & Braun hat an Stelle des früheren Schleifdraht-Kompensators kürzlich einen modernen Wechselstrom-Kompensator mit dekadischen Kurbelwiderständen für die beiden Komponenten herausgebracht.

Auch bei höchster Präzision der elektrischen und mechanischen Ausführung ist die Genauigkeit solcher Kompensatoren begrenzt durch die Genauigkeit, mit der man den Hilfsstrom zu messen vermag; denn ein Primärnormal, das dem Normalelement der Gleichstrom-Kompensation entsprechen würde, gibt es in der Wechselstromtechnik nicht. Wird also der Hilfsstrom mit einem normalen Dreheisen-Strommesser gemessen, so beträgt die Kompensator-Unsicherheit 0,1 bis 0,2%. Die Genauigkeit ließe sich aber grundsätzlich noch steigern, wenn man für die Hilfsstrommessung eines der hier beschriebenen Präzisionsverfahren anwenden würde.

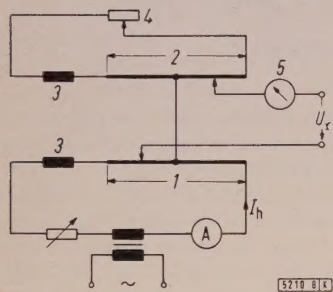


Bild 8 b. Grundgedanke des Schleifdraht-Kompensators von Geyger.

- 1, 2 Schleifdrähte
- 3 Gegeninduktivität
- 4 Widerstand
- 5 Null-Instrument

Die Mehrzahl der sonstigen Verfahren beruht auf einem Vergleich zwischen Gleich- und Wechselstrom hinsichtlich ihrer Wirkung auf irgendein Element, das auf beide Stromarten in gleicher Weise anspricht. Hierfür kommen in erster Linie Thermo-Umformer in Betracht, dann aber auch Glühlampen, Halbleiterwiderstände usw.

Wechselstrom-Gleichstrom-Vergleichsverfahren

Von verschiedenen Seiten wurden Meßverfahren auf thermoelektrischer Grundlage entwickelt und teilweise zu bemerkenswerter Genauigkeit durchgebildet. Rump [14] und ebenso auch Zimmermann und Oesinghaus [15] verwenden in ihrer Apparatur zwei möglichst gleiche Thermo-Umformer, von denen der eine von dem zu messenden Wechselstrom, der andere von einem ebenso großen Gleichstrom durchflossen wird.

Die beiden Thermo-Elemente der Thermo-Umformer werden über ein Galvanometer gegeneinandergeschaltet und müßten, wenn beide Heizerströme einander gleich sind, auch gleichgroße Thermo-Spannungen liefern, so daß das Galvanometer keinen Ausschlag zeigt. Da aber zwei Thermo-Umformer niemals genau gleich sind, müssen sie zuvor durch eine Gleichstrommessung aufeinander abgestimmt werden. Dazu werden die Heizer hintereinandergeschaltet und von demselben Gleichstrom durchflossen. Etwaige Ungleichheiten der Thermo-Spannungen können durch Parallelschalten eines Belastungswiderstandes parallel zum Thermo-Element mit der größeren EMK ausgeglichen werden. Dieser Abgleich gilt dann aber nur für den einen einzigen Stromwert, bei dem der Abgleich erfolgte, im vorliegenden Fall für den Nennstrom 10 mA der Thermo-Umformer.

- a) Gleichstrommessung,
- b) Wechselstrommessung.

- 1 Thermo-Umformer
- 2 Normal-Element
- 3 10-mA-Kreis
- 4 Präzisions-Widerstand

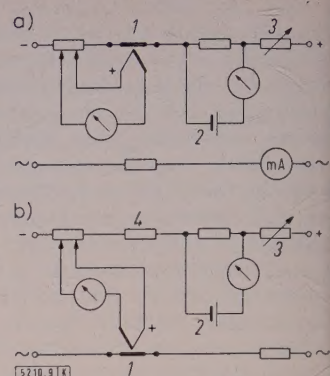


Bild 9. Prinzipschaltung des Wechselstromnormals nach Partenfelder.

Die Schwierigkeiten bei der Verwendung von zwei Thermo-Umformern gaben Veranlassung, das thermoelektrische Verfahren weiter zu entwickeln. In der neuesten Ausführung des AEG-Wechselstrom-Normals nach Partenfelder [16] wird nur noch ein einziger Thermo-Umformer für 10 mA verwendet. Dieser wird, wie in den beiden Bildern 9 a und 9 b dargestellt ist, einmal in den Gleichstromkreis, das andere Mal in den Wechselstromkreis geschaltet. Er muß dann in beiden Fällen die gleiche Thermospannung zeigen, wenn der Effektivwert des Wechselstroms mit dem Gleichstromwert übereinstimmt.

Zunächst wird der Thermo-Umformer 1 mit einem Gleichstrom beschickt, den man durch Kompensation gegen ein Normal-Element 2 auf genau 10 mA einstellt. Die damit erzeugte Thermo-EMK wird gegen einen entsprechenden Spannungsabfall in dem 10-mA-Kreis 3 kompensiert. Voraussetzung dabei ist, daß ein Thermo-Umformer verwendet wird, bei dem das Thermo-Element gegen den Heizdraht elektrisch isoliert ist. Nach erfolgtem Abgleich wird der Thermo-Umformer, dessen Heizer mit einem Justierwiderstand auf einen runden Wert (150 Ω) ergänzt ist, gegen einen gleichgroßen Präzisions-Widerstand 4 im Wechselstromzweig vertauscht.

Der Wechselstrom wurde vorher bereits mit Hilfe eines Milliampereometers auf etwa 10 mA voreingestellt, damit der Heizer des Thermo-Umformers bei der Umschaltung nicht erst wieder abkühlt. Durch eine Kontrollmessung im Gleichstromzweig kann man sich davon überzeugen, daß sich durch die Umschaltung nichts verändert hat, daß also der Heizdraht mitsamt seinem Justierwiderstand genau den gleichen Wert wie sein Ersatzwiderstand 4 hat. Ist dies der Fall, dann wird der Wechselstrom so weit nachgestellt, bis das Galvanometer keinen Ausschlag mehr zeigt, bis also der Thermo-Umformer die gleiche Thermo-EMK liefert wie vorher bei der Gleichstrommessung. Dann beträgt der Effektivwert des Wechselstroms genau 10 mA. Bei Gleichstrom sind jeweils zwei Messungen mit vertauschter Strom-

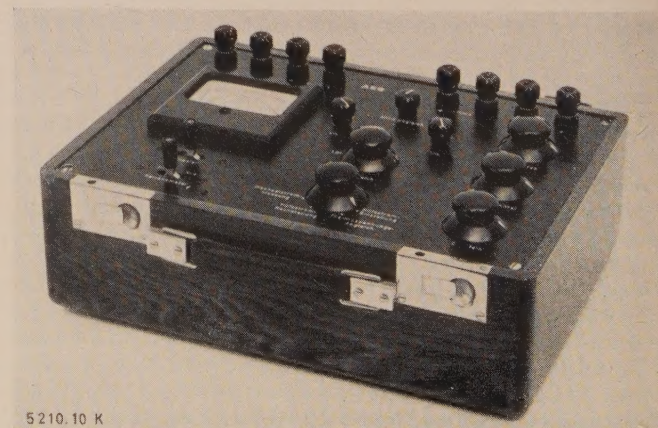


Bild 10. Wechselstromnormal der AEG.

richtung erforderlich, um etwaige Richtungseinflüsse auszuschalten.

Nach diesem verbesserten Verfahren arbeitet das in Bild 10 dargestellte Wechselstrom-Normal, das fabrikationsmäßig mit einer garantierten Toleranz von 0,05 % gebaut wird. Im Laboratorium läßt sich aber bei genügender Sorgfalt die Meßunsicherheit noch etwa um den Faktor 2 vermindern. Ein besonderer Vorteil dieses Geräts besteht in der leichten Auswechselbarkeit des Thermo-Transformers. Sollte dieser einmal durch Überlastung schadhaft werden, so braucht man ihn nur mitsamt seinem Justierwiderstand gegen einen neuen auszutauschen und kann sofort wieder mit unverminderter Genauigkeit weitermessen.

Der Wechselstromkreis ist mit einem Präzisionswiderstand auf genau 200 Ω ergänzt, entsprechend einer Nennspannung von 2 V, d. h. das Gerät mißt nicht nur 10 mA, sondern ebenso genau auch 2 V. Durch Vorschalten äußerer Präzisionswiderstände läßt sich der Meßbereich auf jeden beliebigen Spannungswert oberhalb 2 V erweitern. Zum Messen von Strömen über 10 mA dient ein besonderer Nebenwiderstand, der einzelne Stufen, von 10 zu 10 mA nach dem Gewichtssatzsystem unterteilt, bis zu 6 A zu stöpseln gestattet. Zwischenwerte lassen sich interpolieren durch Ausschlagmessungen mit dem Galvanometer.

Auf dem gleichen Prinzip beruht auch eine Einrichtung, die vom National Bureau of Standards in Washington entwickelt wurde [17]. Sie ist zum Eichen von Strom- und Spannungsmessern bestimmt und hat, dem Bericht zu-

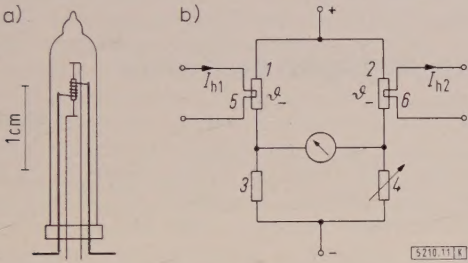


Bild 11. a) Aufbau eines indirekt geheizten NTC-Widerstandes, b) Schaltung der NTC-Brücke nach Schrader.
1, 2 NTC-Widerstände; 3 fester Widerstand; 4 einstellbarer Präzisions-Widerstand.

folge, einen Meßfehler von nur 0,01 % bei Frequenzen von 25 bis 20 000 Hz. Voraussetzung für derart exakte Messungen sind einwandfreie Thermo-Umformer höchster Präzision und Konstanz [12], die weitgehend frei von Richtungseffekten und anderen störenden Einflüssen sind und die man unter Umständen sogar in einen Thermostaten oder in ein Ölbad einsetzen muß, um gleichbleibende Betriebstemperaturen zu gewährleisten.

Was bei dem vorher genannten Differenzverfahren mit zwei Thermo-Umformer erreicht wurde, ist auch mit anderen Umformerarten möglich, die auf Gleich- und Wechselstrom in gleicher Weise ansprechen. Schrader [18] beispielsweise verwendet dazu in einer Brückenschaltung (Bild 11) sogenannte NTC-Widerstände. Das sind Widerstände, bestehend aus einem Halbleiter-Werkstoff mit sehr hohem (negativem) Widerstands-Temperaturkoeffizienten. Ein solches Halbleiterstäbchen ist mit einem Glasfluß und darüber mit einer Heizwicklung umgeben; das Ganze wird in einen Glaskolben vakuumdicht eingeschmolzen. Zwei derartige NTC-Widerstände 1 und 2 bilden nun zwei Arme einer Brückenordnung, während die beiden anderen Zweige von einem festen Widerstand 3 und einem veränderbaren Präzisionswiderstand 4 dargestellt werden.

Erwärmt man den einen NTC-Widerstand über seine Heizwicklung 5 mit Gleichstrom, den anderen mit Wechselstrom 6, so bleibt das vorher eingestellte Brückengleichgewicht nur so lange erhalten, wie beide Ströme die gleiche Wärmewirkung auf die NTC-Widerstände ausüben. Die Einrichtung wird dann in der gleichen Weise, wie vorher

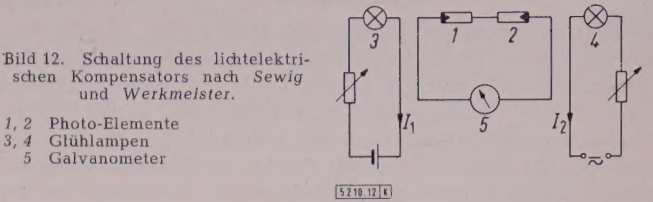


Bild 12. Schaltung des lichtelektrischen Kompensators nach Sewig und Werkmeister.
1, 2 Photo-Elemente
3, 4 Glühlampen
5 Galvanometer

beim Komparator von Shotter und Hawkes beschrieben, mit Gleichstrom geeicht, den man durch die beiden hintereinandergeschalteten Heizer leitet.
Bei dem von Trautner vorgeschlagenen Brückenverfahren [19] werden drei lineare Widerstände (Präzisionswiderstände aus Manganin) und ein vierter, belastungsabhängiger Widerstand, z. B. eine Glühlampe oder eine Platinwicklung, zu einer Brücke zusammengestellt. Diese kann stets nur für einen einzigen Stromwert im Gleichgewicht sein, sowohl für Gleichstrom als auch für einen Wechselstrom mit gleich großem Effektivwert.

Auf dem gleichen Grundgedanken beruht auch die Regelbrücke von Helke [20], bei der zwei gegenüberliegende Zweige aus Eisenwasserstoff-Widerständen, die beiden anderen aus Manganin-Widerständen gebildet werden. Um den Einfluß der Umgebungstemperatur auszuschalten, müssen die nichtlinearen Widerstände in ein gut umgerührtes Öl- oder Petroleumbad eingesetzt werden. Bei allen diesen Verfahren, die letzten Endes auf dem Gleichstrom-Kompensator gründen, dürfte sich — genügende Sorgfalt vorausgesetzt — eine Meßunsicherheit von weniger als 0,03 bis 0,05 % erreichen lassen.

Sewig und Werkmeister verwenden in ihrem Wechselstrom-Normal auf lichtelektrischer Grundlage [21] als Zwischenglied zwischen Gleich- und Wechselstrom Glühlampen in Verbindung mit Photo-Elementen (Bild 12). Zwei gegeneinandergeschaltete Photo-Elemente 1 und 2 werden von den beiden Glühlampen 3 und 4 beleuchtet, von denen eine mit Gleichstrom, die andere mit Wechselstrom geheizt wird. Zum Einstellen eines Wechselstroms auf einen bestimmten vorgegebenen Wert gleicht man die Anordnung zuvor mit einem Gleichstrom der gleichen Größe ab, der beide Lampen hintereinander durchfließt. Dazu wird der Abstand zwischen einer Lampe und dem dazugehörigen Photoelement so lange verändert, bis das Galvanometer 5 stromlos ist. Dann wird die Lampe 4 mit Wechselstrom geheizt, den man so einstellt, daß das Galvanometer wieder Null zeigt.

Die Einrichtung ist, um Fremdlicht fernzuhalten, in ein geschlossenes Metallrohr eingebaut. Die Lampen entwickeln darin eine beträchtliche Wärme, die trotz zwischengeschalteter Wärmefilter die Messung wegen des großen Temperatureinflusses der Photoelemente erschwert. Zum Herstellen beiderseitigen Wärmegleichgewichts ist eine Einbrennzeit von 30 min nötig, ehe man mit der Messung beginnen kann. Die Lampen werden mit 0,7 bis 0,8 A bei 12 V geheizt, für die Messung kleinerer und größerer Ströme sind in jedem Falle passende Wandler erforderlich. Dennoch scheint sich das Verfahren, wenn auch nicht für fabrikationsmäßig hergestellte Geräte, so doch grundsätzlich bewährt zu haben. Es soll, wie berichtet wird, Meßfehler von weniger als 0,05 % haben.

Aus der vorstehenden Übersicht, die durchaus nicht den Anspruch auf Vollständigkeit erheben soll, ist zu ersehen, daß die Auswahl an Meßverfahren und Meßgeräten ebenso beachtlich ist wie die erreichte oder die erreichbare Genauigkeit. Es soll aber nochmals nachdrücklich betont werden, daß bei Wechselstrommessungen eine Genauigkeitstoleranz von 0,1 % schon eine große Leistung darstellt und daß alles, was darüber hinausgeht, sehr viel Mühe, Zeit und Geld kostet.

Zusammenfassung

Unmittelbar anzeigende Strom-, Spannungs- und Leistungsmesser für Wechselstrom stehen heute in der Güte-

Kompoundierung ist eine unverzögert wirkende Störgrößen-Aufschaltung. Beide Erregerstrom-Komponenten werden geometrisch addiert und über einen Gleichrichter 7 dem Polrad zugeführt.

Gegenüber der Anordnung zum Compoundieren und Regeln bei Niederspannungsmaschinen wird bei Hochspannungsmaschinen die Drehstrom-Luftspaltdrossel 4 nicht mit den Maschinenklemmen verbunden, sondern über einen Drehstrom-Transformator 3 gespeist. Durch den Transformator 3 wird die an der Luftspaltdrossel 4 liegende Spannung auf einen Wert herabgesetzt, der in der Größenordnung der Polradspannung liegt, deshalb ist der die Maschine belastende Strom entsprechend dem Übersetzungsverhältnis kleiner als der Strom in der Luftspaltdrossel 4. Die Spannung an den Sekundärwicklungen des Transformators 3 soll möglichst klein sein, um mit einer kleinen Luftspaltdrossel auszukommen. Allerdings darf diese Spannung nicht beliebig weit heruntergesetzt werden, weil sich die Maschine bei zu kleinen Spannungen an der Luftspaltdrossel nicht mehr selbst erregt. Zudem müßte die Reaktanz der Luftspaltdrossel sehr klein gegenüber dem Widerstand der Erregerwicklung sein, so daß der Erregerstrom hauptsächlich durch die Größe des Widerstandes der Erregerwicklung bestimmt würde. Die Folge wäre, daß der Erregerstrom abnimmt, wenn der Widerstand der Wicklung bei Erwärmung steigt.

Eine komponentierte Synchronmaschine erregt sich selbst wie eine Gleichstrommaschine. Der Beginn der Selbsterregung wird hauptsächlich von der Höhe der Remanenzspannung und der Schwellspannung des Gleichrichters 7 bestimmt. Die Remanenzspannung ist vom remanenten Magnetismus und von der Drehzahl der Maschine abhängig. Wird eine komponentierte Synchronmaschine, vom Stillstand ausgehend, langsam auf Betriebsdrehzahl gebracht, so wird die Remanenzspannung schließlich größer als die Schwellspannung des Gleichrichters. Hier setzt der Selbsterregungsvorgang ein. Die Drehzahl oder die Frequenz, bei der die Schwellspannung überschritten wird, kann als ein Maß für die Güte der Selbsterregung angesehen werden. Dieser Wert soll bei etwa 30 % bis 60 % der Nenndrehzahl liegen.

Der Beginn der Selbsterregung hängt bei Hochspannungsmaschinen auch vom Übersetzungsverhältnis des Transformators 3 ab, weil die Remanenzspannung der Maschine durch den Transformator herabgesetzt wird. Damit die Maschine sich trotzdem einwandfrei selbst erregt, werden Siliziumgleichrichter 7 verwendet. Wegen der hohen Sperrspannung der Siliziumgleichrichter kommt man mit einem Element je Zweig der Drehstrom-Brückenschaltung aus, so daß die gesamte Schwellspannung des Gleichrichters sehr viel kleiner ist als bei einem entsprechenden Selengleichrichter mit mehreren Platten. Siliziumgleichrichter arbeiten auch unter schwierigen klimatischen Bedingungen einwandfrei, sie sind gasdicht gekapselt und dadurch gegen äußere Einflüsse besser geschützt als Selengleichrichter. Durch die Verwendung von Siliziumgleichrichtern bei den eingangs erwähnten ausgeführten Maschinen wurde erreicht, daß die Selbsterregung bei etwa 50 % der Nenndrehzahl begann.

Nachdem die Schwellspannung des Gleichrichters überschritten ist, fließt über den Transformator 3, die Drehstrom-Luftspaltdrossel 4 und den Siliziumgleichrichter 7 ein Strom durch die Erregerwicklung der Maschine. Die Reaktanz der Luftspaltdrossel ist so eingestellt, daß ein größerer Strom fließt, als zur Leerlauferregung notwendig ist.

Hat die Klemmenspannung der Maschine annähernd ihren Nennwert erreicht, wird der über die Luftspaltdrossel dem Gleichrichter 7 zufließende Strom durch den Transduktor 5 auf den richtigen Wert verkleinert. Die Steuerwicklung a des Transduktors 5 wird über den Gleichrichter 12, die Sättigungsdrossel 9 und den Sollwert-einsteller 8 gespeist. Der Sollwert-einsteller 8 wird bei Niederspannungsmaschinen an die Klemmenspannung gelegt, bei Hochspannungsmaschinen ist es einfacher und betriebs-

sicherer, ihn an die Niederspannungsseite des Transformators 3 anzuschließen. Das ist möglich, weil der Transformator durch die Luftspaltdrossel 4 immer mit gleichbleibender Impedanz belastet ist, so daß die Sekundärspannung proportional der Primärspannung am Transformator ist.

Die Drossel 9 hat einen ausgeprägten Sättigungsknick. Liegt eine Spannung an der Drossel, die einen magnetischen Fluß hervorruft, der unterhalb des Sättigungsknickes verläuft, fließt nur der vernachlässigbar kleine Magnetisierungsstrom. Oberhalb des Knickes steigt der Strom sehr stark mit der Spannung an, so daß kleine Spannungsänderungen am Sollwert-einsteller zu großen Stromänderungen in der Drossel 9 und in der Steuerwicklung des Transduktors führen.

Sobald die Klemmenspannung des Generators über ihren Nennwert steigt, wird der Strom in der Steuerwicklung 5 a sehr stark ansteigen. Ein großer Steuerstrom hat wiederum einen großen Arbeitsstrom zur Folge, der über die Wicklungen b des Transduktors und über die Wicklungen c des Stromtransformators 6 fließt. Dadurch wird in der Wicklung d des Stromtransformators ein Strom erzwingen, der den von der Drossel 4 über den Gleichrichter zur Erregerwicklung fließenden Strom verkleinert, so daß die Klemmenspannung der Maschine wieder auf den Nennwert gebracht wird. Diese Vorgänge kehren sich um, wenn die Klemmenspannung unter ihren Nennwert sinkt. Die beschriebene Regelung arbeitet bei Belastung genauso wie im Leerlauf.

Die Primärwicklungen e des Stromtransformators werden vom Belastungsstrom der Maschine durchflossen. Bei Hochspannungsmaschinen liegen diese Wicklungen aus Sicherheitsgründen, und um einfachere Schaltverbindungen zu haben, im Sternpunkt der Maschinenwicklungen. Der in den Wicklungen e fließende Strom erzeugt in den Wicklungen d die lastabhängige Komponente des Erregerstromes. Die Spannung am Stromtransformator ist proportional der Spannung an der Erregerwicklung. Außer der Reaktanz der Luftspaltdrossel wird auch das Übersetzungsverhältnis des Stromtransformators 6 so eingestellt, daß sich ein größerer Erregerstrom ergibt, als zum Erreichen der Nennspannung erforderlich ist. Der Überschuß wird durch den Eingriff der Regelung so weit abgebaut, daß sich die Nennspannung einstellt. Nach Spannungseinbrüchen infolge Lastaufschaltung beschleunigt dieser Überschuß den Spannungsanstieg. Die Einstellung der Drossel und des Stromtransformators ist nicht kritisch, weil kleine Abweichungen von der Regelung ausgeglichen werden, so daß einzelne Bauteile des Compoundierungs- und Regelgerätes ohne Schwierigkeiten ausgetauscht werden können.

Bei plötzlichen Belastungsstößen entsteht durch die Streublindwiderstände der Maschine ein unvermeidlicher Einbruch der Klemmenspannung. Im gleichen Augenblick wird die Compoundierung wirksam. Sie vergrößert den Erregerstrom der Maschine, so daß die Erregerspannung und ebenso die Spannung an den Wicklungen des Stromtransformators ansteigt. Das bedeutet, daß sich die Spannung an den Arbeitswicklungen b des Transduktors 5 ändert.

Durch geeignete Wahl des Übersetzungsverhältnisses der Wicklung 6 c wird erreicht, daß die Spannungserhöhung am Stromtransformator durch den Einbruch der Klemmenspannung zumindest aufgehoben wird und die Spannung an den Arbeitswicklungen des Transduktors bei plötzlicher Belastung der Maschine konstant bleibt oder sogar sinkt. Eine Verminderung der Spannung ruft im Transduktor einen Ausgleichsvorgang hervor [2, 3], der den Arbeitsstrom verkleinert und dadurch die Regelung unterstützt. Bei einer Spannungserhöhung am Transduktor würde ein Ausgleichsvorgang entstehen [3], der den Arbeitsstrom vergrößert, so daß die Klemmenspannung der Maschine noch weiter sinkt.

Beim Parallelbetrieb mit anderen Maschinen oder mit dem Netz wird der Sollwert-einsteller 8 benutzt, um den

gewünschten Blindstrom einzustellen, während die Wirklastverteilung mit dem Kraftmaschinenregler eingestellt werden muß. Der Stromwandler 11 und der Widerstand 10 bilden eine Störgrößen-Aufschaltung zum Stabilisieren des Parallelbetriebes. Bei Niederspannungsmaschinen liegt der Stromwandler 11 im Generatorstromkreis, bei Hochspannungsmaschinen ist es vorteilhafter, ihn in den Sekundärkreis des Stromtransformators 6 zu legen, um einen teuren Hochspannungswandler zu vermeiden.

Die Blindkomponente des über den Stromwandler 11 fließenden Stromes erzeugt am Widerstand 10 eine Spannung, die sich algebraisch zur vorhandenen Spannung addiert, während die Wirkkomponente eine Spannung hervorruft, die sich unter einem Winkel von 90° addiert. Demnach wird die resultierende Spannung an der Sättigungs-drossel 9 vom Blindstrom mehr als vom Wirkstrom beeinflusst, so daß bei steigender Blindstromübernahme die Erregung des Generators geschwächt und dadurch die richtige Blindstromverteilung wieder hergestellt wird.

Bei einigen ausgeführten Maschinen kommt als Besonderheit hinzu, daß diese Generatoren sowohl bei 6600 V als auch bei 3300 V arbeiten und dabei über eine Kompoundierungs- und Regeleinrichtung nach Bild 1 erregt werden. Die Ständerwicklung des Generators ist in zwei Gruppen unterteilt, so daß durch Reihen- oder Parallelschaltung der beiden Gruppen die angegebenen Spannungen erzeugt werden.

Unabhängig von der Schaltung der Ständerwicklung ist der erforderliche Leerlauf-Erregerstrom sowohl für 6600 V als auch für 3300 V gleich groß. Aus diesem Grunde muß der Strom der Luftspaltdrossel 4 und damit die Spannung am Transformator 3 bei beiden Generatorspannungen gleich groß sein. Dies wird dadurch erreicht, daß der Transformator 3 nur an eine Gruppe der Ständerwicklung angeschlossen wird, und zwar an diejenige, die bei der höheren Generatorspannung dem Sternpunkt am nächsten liegt. Die Verbindung dieser Gruppe mit dem Sternpunkt wird durch die Primärwicklung e des Stromtransformators 6 gebildet. Weil es, ebenso wie für die Leerlaufkomponente, auch für die Größe der lastabhängigen Komponente des Erregerstromes gleichgültig ist, ob die Maschine für 6600 V oder 3300 V geschaltet ist — gleiche Leistungsabgabe bei gleichem Leistungsfaktor vorausgesetzt —, genügt es, wenn die Primärwicklung des Stromtransformators bei parallel geschalteten Gruppen nur vom Belastungsstrom einer Gruppe durchflossen wird. Denn der Strom einer Gruppe ist unter den vorher genannten Voraussetzungen unabhängig davon, ob die Gruppen der Ständerwicklung in Reihe oder parallel geschaltet sind, wenn man davon absieht, daß durch den Stromtransformator im Stromkreis einer Gruppe eine Unsymmetrie von höchstens 2% hervorgerufen wird. Diese Schaltungsanordnung des Transformators 3 und Stromtransformators 6 ermöglicht eine einfache Umschaltung der Maschinenspannung, da an der Kompoundierungs- und Regeleinrichtung nichts verändert zu werden braucht.

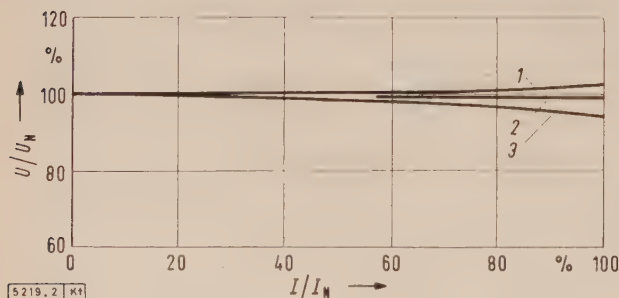


Bild 2. Spannung eines Hochspannungs-Kompoundgenerators in Abhängigkeit von der Belastung.

1 $\cos \varphi = 0,95$ 2 $\cos \varphi = 0,8$ 3 $\cos \varphi = 0$

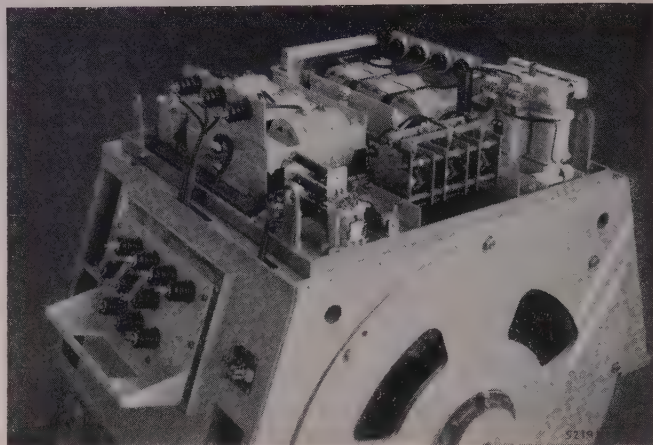


Bild 3. 520 kVA Hochspannungsgenerator mit aufgebautem Kompoundregler, umschaltbar 6600/3300 V.

Für einen solchen umschaltbaren Hochspannungsgenerator sind die gemessenen Werte der Generatorspannung in Abhängigkeit des Belastungsstromes und des Leistungsfaktors in Bild 2 dargestellt.

Steht am Aufstellungsort der Hochspannungsmaschine ein Niederspannungsnetz zur Verfügung, das mit dem Hochspannungsnetz synchron läuft, so verringert sich der Aufwand für den Kompoundregler. In diesen Fällen kann die Leerlaufkomponente des Erregerstromes dem Niederspannungsnetz entnommen werden. Der Transformator 3 (Bild 1) entfällt und die Luftspaltdrossel 4 wird an das Niederspannungsnetz angeschlossen.

Bild 3 zeigt einen Hochspannungsgenerator mit aufgebautem Kompoundregler, der von einem Teil der Generatorluft gekühlt wird. Zum Schutz gegen äußere Einflüsse wird der Kompoundregler mit einer Haube abgedeckt.

Die hier beschriebene Anordnung zum Erregen eines Synchrongenerators gilt ähnlich auch für kompointierte Hochspannungs-Synchronmotoren. Durch die lastabhängige Erregung haben sie ein hohes Kippmoment und können so ausgeführt werden, daß ein vorgegebener Leistungsfaktor bei allen Belastungen konstant gehalten wird. Eine zusätzliche Regelung ist bei Motoren nicht notwendig, so daß sich gegenüber Generatoren ein einfacheres Erregergerät ergibt.

Zusammenfassung

Kompoundierte und geregelte Synchronmaschinen werden in Niederspannungsanlagen in steigendem Maße verwendet. Sie haben ein ausgezeichnetes dynamisches Verhalten und sind bei guter Spannungskonstanz hoch überlastbar. Diese Vorteile können mit einem neuentwickelten Kompoundregler auch bei Hochspannungsmaschinen erreicht werden, wie Messungen an einem Generator für 520 kVA bei 6600/3300 V gezeigt haben. Der Kompoundregler dieser Maschinen ist so geschaltet, daß bei Spannungsumschaltungen nur die Ständerwicklung der Maschine umgeschaltet zu werden braucht. Um eine sichere Selbsterregung zu erzielen, was bei Hochspannungsmaschinen oft schwierig ist, wurden Siliziumgleichrichter verwendet.

Schrifttum

- [1] Wörner, K.: Drehmoment und Spannungseinbruch beim direkten Einschalten von Kurzschlußläufermotoren auf Schiffen mit Drehstromanlagen. Schiff u. Hafen Bd. 10 (1958) S. 942–947.
- [2] Droste, W., u. Janzen, H.: Dreiphasige Transduktoren für die zusätzliche Spannungsregelung kompointierter Synchrongeneratoren. AEG-Mitt. Bd. 49 (1959) S. 459–462.
- [3] Storm, H. F.: Magnetic Amplifiers. Verlag John Wiley and Sons Inc., New York, S. 156–159.

Neue Perspektiven für Afrika

Die Südafrikanische Union — ein bedeutender Kunde
der westdeutschen Elektroindustrie

Von Reinhard Lohse, Frankfurt a. M. *)

DK 382.6(68) : 621.3

Die politische Struktur Afrikas hat sich im Laufe der letzten 10 Jahre erheblich gewandelt. Immer mehr Staaten haben sich von den Kolonialmächten gelöst und ihr Schicksal selbst in die Hand genommen. Dieser noch keineswegs abgeschlossene Prozeß wird auch auf die technische und wirtschaftliche Entwicklung in den afrikanischen Ländern und deren Beziehungen zu den Industrienationen einwirken. Der folgende Beitrag will auf diese Entwicklung aufmerksam machen und die Bedeutung der afrikanischen Länder als Kunden der westdeutschen Elektroindustrie aufzeigen. Besondere Beachtung wird dem Handel mit der Union von Südafrika gewidmet.

Nachdem in den ersten sechs Monaten dieses Jahres allein sechs afrikanische Länder ihre Unabhängigkeit erlangt haben, gibt es gegenwärtig in Afrika, das lange Zeit fast ausschließlich Kolonialgebiet europäischer Mächte war, den beiden Königreichen Ruanda und Urundi, ehemals zu Deutsch-Ostafrika gehörend, die Unabhängigkeit zugesagt, und für die westafrikanische britische Kolonie Sierra Leone ist der Tag der Unabhängigkeit kürzlich auf den 27. April

Tafel 1. Souveräne afrikanische Staaten*)

Land	Staatsform	Fläche 1000 km²	Einwohner Mio	Hauptstadt
Ägypten (VAR)	Republik	1 000	25	Kairo
Äthiopien	Kaiserreich	1 180	18	Addis Abeba
Liberia	Republik (1847)	111	1,4	Monrovia
Südafrikanische Union	Bundesstaat im Commonwealth	1 224	14,673	Pretoria
Libyen	Königreich (1951)	1 760	1,136	Tripolis
Marokko	Königreich (1956)	444	10,33	Rabatt
Sudan	Republik (1956)	2 506	11	Khartum
Tunesien	Republik (1956)	125	3,9	Tunis
Ghana	Republik im Commonwealth (1957)	238	4,911	Accra
Guinea	Republik (1958)	246	2,520	Conakry
Kamerun	Republik (1. 1. 1960)	432	3,2	Jaunde
Togo	Republik (27. 4. 1960)	57	1,1	Lomé
Mali-Föderation (früher franz. Sudan und Senegal)	Republik (25. 6. 1960), Mitglied der französischen Communauté	1 401	6	Dakar
Madagaskar		592	5,1	Tananarive
Kongo (früher Belgisch-Kongo)	Republik (30. 6. 1960)	2 345	14	Leopoldville
Somalia	Republik (1. 7. 1960)	637	1,263	Mogadiscio
Nigeria	Republik ab 1. 10. 1960	971	33	Lagos
Elfenbeinküste	Republik, wahrscheinlich August 1960	322	2,6	Abidjan
Ober-Volta	" " "	274	3,4	Quagadougou
Dahomé	" " "	116	1,7	Porto Novo
Niger	" " "	1 189	2,5	Niamey
Gabun	Republik, wahrscheinlich noch 1960	265	0,4	Libreville
Kongo-Republik (Moyen-Congo)	" " "	349	0,76	Brazzaville
Tschad	" " "	1 283	2,6	Fort Lamy
Zentralafrikanische Republik (Ubangi-Schari)	" " "	626	1,14	Bangui
Summe		19 693	171,6	

*) Zum Vergleich seien folgende Zahlen genannt:

Gesamt-Afrika	Fläche in 1000 km²	Einwohner in Mio.
Europa (ohne Grönland und UdSSR)	30 289	230
Bundesrepublik einschl. Saargebiet und West-Berlin	5 707	440
EWG (ohne Übersee)	248	55,3
USA	1 166	170
UdSSR	9 363	178
	22 403	209

bereits 16 souveräne Staaten, gegenüber nur 4 im Jahre 1950. Noch im Laufe dieses Jahres wird sich die Zahl voraussichtlich auf 25 erhöhen, denn außer der britischen Kolonie Nigeria werden sehr wahrscheinlich weitere 8 Mitglieder der französischen Communauté, nämlich die Elfenbeinküste, Ober-Volta, Dahomé, Niger, die Kongo-Republik (Moyen Congo), Zentralafrikanische Republik, Tschad und Gabun, dem Beispiel Madagaskars und der Mali-Föderation folgen und noch in diesem Jahr ihre Unabhängigkeit erhalten. Damit werden dann drei Viertel der Gesamtbevölkerung des „schwarzen Erdteils“, die fast zwei Drittel der Fläche des Kontinents bewohnen, ihr Schicksal selbst bestimmen (Tafel 1). Weitere Gebiete haben ihre Forderung nach Unabhängigkeit bereits angemeldet und zum Teil auch schon zugestanden bekommen. So hat z. B. Belgien

1961 festgelegt worden. Schon jetzt läßt sich mit Sicherheit sagen, daß die Zahl der souveränen Staaten Afrikas in den allernächsten Jahren weiter zunehmen wird.

Tafel 2. Westdeutsche Elektro-Ausfuhr nach Afrika

Jahr	nach Afrika insgesamt			nach der Union von Südafrika			
	in % der westdeutschen			in % der westdeutschen			
	Mio.DM	gesamten Elektro-Ausfuhr	gesamten Waren-ausfuhr n. Afrika	Mio.DM	insgesamt	nach Afrika	gesamten Waren-ausfuhr nach den USA
		%	%		%	%	%
1952	53,5	4,9	6,9	8,9	0,8	16,6	4,9
1954	80,7	4,7	6,1	12,8	0,8	15,8	5,0
1956	126,1	4,8	8,6	27,1	1,0	21,5	7,7
1958	181,9	5,5	9,4	71,0	2,2	39,0	11,2
1959*	231,4	6,0	10,8	79,4	2,1	34,3	13,1

*) Dr. rer. pol. R. Lohse ist Referent und Assistent des Leiters der Abt. Volkswirtschaft und Statistik im Zentralverband der Elektrotechnischen Industrie e. V., Frankfurt a. M.

Gegenwärtig leben in Afrika insgesamt etwa 230 Mio. Menschen, also nur etwas mehr als 50 % der Bevölkerung Europas. Der Geburtenüberschuß ist jedoch sehr hoch und der Kontinent ist auch in der Lage, auf seinen 30,3 Mio. km², der 5,3-fachen Fläche Europas, ein Vielfaches dieser Menschenzahl zu ernähren. Die zunehmenden Selbständigkeitsbestrebungen werden zweifellos die kulturelle und technische Entwicklung beschleunigen und zusammen mit dem noch längst nicht ausgenutzten Rohstoffreichtum die wirtschaftliche Bedeutung dieses Erdteils beträchtlich erhöhen. Hierzu aber bedarf es der Hilfestellung der Industrienationen und insbesondere der Bundesrepublik, in deren Außenhandel Afrika künftig sehr wahrscheinlich eine größere Bedeutung erlangen wird als heute.

Die wachsende Bedeutung des afrikanischen Kontinents für die westdeutsche Elektroindustrie geht deutlich aus den stark steigenden Elektro-Ausfuhrzahlen hervor (Tafel 2). Von nur 53,5 Mio. DM im Jahre 1952 erhöhte sich der westdeutsche Elektro-Export nach Afrika auf 231,4 Mio. DM im Jahre 1959. Innerhalb von 7 Jahren ist also der Ausfuhrwert auf das 4,3-fache angestiegen. Demgegenüber hat sich der westdeutsche Export an Waren aller Art nach Afrika im gleichen Zeitraum nur auf das 2,8-fache, 2150 Mio. DM, erhöht. An ihm war der Elektro-Export 1959 mit 10,8 % beteiligt, gegenüber 6,9 % im Jahre 1952. Der Anteil der westdeutschen Elektro-Exporte nach Afrika am gesamten westdeutschen Elektro-Export stellte sich 1952 auf 4,9 % und 1959 auf 6,0 %.

Der weitaus überwiegende Teil des westdeutschen Handels mit Afrika entfällt erklärlicherweise auf die selbständigen Gebiete. Dies gilt sowohl für den Gesamtwarenhandel als auch besonders für die Ausfuhr an Elektroerzeugnissen. So nahmen im Jahre 1959 die zur damaligen Zeit bestehenden 10 selbständigen Staaten, die 40 % der Gesamtbevölkerung Afrikas stellen, allein 76 % der westdeutschen Elektroausfuhr nach Afrika auf. Nur 10 % gingen in die Länder, die 1960 unabhängig wurden oder noch werden, und 14 % in die übrigen Gebiete Afrikas. Die bei weitem wichtigsten Abnehmerländer sind die Union von Südafrika und Ägypten, auf die 1959 zusammen knapp zwei Drittel aller westdeutschen Elektroausfuhren nach Afrika entfielen. Die Bedeutung der übrigen Länder ist, damit verglichen, sehr gering. Dies mag sich jedoch ändern, obgleich es sehr schwierig sein wird, den Vorsprung der Länder aufzuholen, die — wie Frankreich, Großbritannien und Belgien — auf Grund ihrer seit Jahrzehnten bestehenden oder erst kürzlich aufgegebenen Machtbefugnisse (noch) einen beträchtlichen politischen und wirtschaftlichen Einfluß ausüben.

Das bedeutendste afrikanische Abnehmerland für westdeutsche Elektroerzeugnisse ist die Südafrikanische Union, die am 31. Mai dieses Jahres das Jubiläum ihres 50-jährigen Bestehens feierte und sich in den letzten Jahrzehnten, besonders nach dem zweiten Weltkrieg, immer mehr zu einem Industriestaat entwickelt hat. Die westdeutsche Elektro-Ausfuhr nach der „Werkstatt Afrikas“, wie die Union oft genannt wird, hat sich in den letzten Jahren äußerst günstig entwickelt. Noch 1952 belief sich der westdeutsche Elektro-Export nach dort nur auf 8,9 Mio. DM oder knapp 17 % der gesamten westdeutschen Elektroausfuhren nach Afrika. An der gesamten westdeutschen Elektro-Ausfuhr stellte sich der Anteil damals auf 0,8 %. Inzwischen ist der Wert auf das 9-fache, nämlich 79,4 Mio. DM angestiegen, und die Südafrikanische Union ist der größte afrikanische und der drittgrößte außereuropäische Kunde — nach USA und Indien — der westdeutschen Elektroindustrie geworden. 1959 gingen allein 34 % der westdeutschen Elektro-Ausfuhren nach Afrika in die Union, und mit einem Anteil an der gesamten westdeutschen Elektro-Ausfuhr von rd. 2 % nahm Südafrika 1959 vergleichsweise ebensoviel westdeutsche Elektroerzeugnisse auf wie Brasilien und Argentinien zusammen. Die deutsche Elektro-Industrie hat daher allen Grund, den südafrikanischen Markt mit Sorgfalt zu studieren und zu bearbeiten, zumal, trotz der kürzlichen poli-

Tafel 3. Elektro-Ausfuhren verschiedener Länder nach der Union von Südafrika.

	1957 Mio. DM	1958 Mio. DM
Großbritannien	251,6	288,1
Bundesrepublik Deutschland einschl. West-Berlin	46,9	71,0
USA	52,5	48,0
Schweden	6,3	13,7
Schweiz	5,4	12,4
Niederlande	16,0	11,3
Italien	2,9	8,4
Japan	5,9	(8) ¹⁾
Kanada	4,1	3,6
Österreich	1,6	2,3
Belgien-Luxemburg	1,8	1,9
Dänemark	1,6	1,6
Summe der aufgeführten Länder ²⁾	396,6	470,3

Anmerkung:

1) geschätzt.

2) Schätzungsweise über 90 % der gesamten Elektro-Einfuhren Südafrikas.

Quelle: Amtliche Außenhandelsstatistik der Länder. Zur Elektro-Ausfuhr addiert wurden, soweit möglich, sämtliche Ausfuhren von Erzeugnissen, die nach dem deutschen Warenverzeichnis für die Industriestatistik zur Elektrotechnik zählen.

tischen Unruhen und dem fortschreitenden Ausbau der verarbeitenden Industrie, der Importbedarf der Union an hochwertigen Industrieerzeugnissen weiter im Anstieg begriffen ist.

Die Chancen für einen weiter ansteigenden westdeutschen Elektro-Export nach der Südafrikanischen Union sind günstig. Sie in die Tat umzusetzen, bedarf es jedoch erheblicher Anstrengungen, denn die Konkurrenz ist sehr groß, und Südafrika ist als ein dem Commonwealth angehörender Staat traditionell sehr eng mit der Wirtschaft Großbritanniens verbunden und genießt die Vorteile der Präferenzzölle. So kommt auch der weitaus überwiegende Teil, gegenwärtig fast 60 % der südafrikanischen Elektro-Einfuhren, aus Großbritannien (Tafel 3). Es folgen mit ungefähr 14—15 % die Bundesrepublik (einschl. West-Berlin) und die Vereinigten Staaten von Amerika, die 1958 noch den zweiten Platz vor Westdeutschland einnahmen mit rd. 10 %. Diese drei Länder bestreiten über 80 % des südafrikanischen Elektro-Importbedarfs. Die Bedeutung der übrigen Länder ist verhältnismäßig gering und konzentriert sich überwiegend auf wenige Erzeugnisgruppen, so z. B. bei Schweden, Österreich und der Schweiz insbesondere auf elektrische Maschinen und Schaltgeräte, bei Kanada auf Zündkerzen, bei Japan und wahrscheinlich auch den Niederlanden auf Rundfunk-, Fernseh- und Phonogeräte. Großbritannien, Westdeutschland und die USA sind dagegen auf dem südafrikanischen Markt mit fast sämtlichen Elektroerzeugnissen vertreten. Natürlich sind auch hier Schwerpunkte festzustellen, die sich zum Teil allein aus der Struktur des südafrikanischen Elektro-Importbedarfs erklären, z. T. aber auch die Wettbewerbsfähigkeit der nationalen Elektroindustrien in den einzelnen Erzeugnisbereichen widerspiegeln oder auf gute Kenntnis und intensive Bearbeitung des Marktes, traditionelle Geschäftsverbindungen usw. beruhen (Tafel 4). Von den westdeutschen Elektro-Ausfuhren nach der Union entfiel im Jahre 1958 mit rd. 29 % ein sehr großer Teil auf Hoch- und Niederspannungs-Schaltgeräten. Von größerer Bedeutung waren ferner Elektromotoren, -generatoren, Transformatoren, Stromrichter und Schweißgeräte, Kabel, Drahtnachrichtengeräte und elektrische Kraftfahrzeugausrüstungen sowie Rundfunk-, Fernseh-, Phonogeräte und Staubsauger. Auf fast allen Gebieten haben jedoch die Engländer die weitaus stärkste Marktposition. Lediglich bei Rundfunk- und Fernsehgeräten sowie bei elektromedizinischen Apparaten, Leuchten und Elektrokohle sind die Einfuhren aus Großbritannien geringer als aus Westdeutschland. Die Amerikaner haben dagegen, im Vergleich zu

Tafel 4. Elektro-Ausfuhren der Länder Großbritannien, Westdeutschland und USA nach der Union von Südafrika im Jahre 1958, nach Warengruppen geordnet.

	Großbritannien		Westdeutschland		USA		Vor- stehende Länder zusammen	Davon			Von Bedeutung sind ferner	
	1000 DM	%	1000 DM	%	1000 DM	%		GB	WD	USA		
							1000 DM	%	%	%	1000 DM	
Elektromotoren, -gene- ratoren, Stromerzeugungs- aggregate	29 367	10,2	3 400	4,8	4 964	10,4	37 740	77,8	9,0	13,2	Schweden	1275
											Osterreich	464
											Schweiz	7782
											Schweden	4360
Transformatoren, Strom- richter, rot. Umformer	23 132	8,0	4 918	6,9	2 243	4,7	30 293	76,4	16,2	7,4	Osterreich	969
Elektr. Ausrüstungen für Kraft- und Industriewerke			2 057	2,9			2 059					
Akkumulatoren und Primärelemente	6 374	2,2	1 067	1,5	664	1,4	8 105	78,6	13,2	8,2		
El. Schalt-, Anlaß-, Steuer-, Sicherheits- u. Signal- geräte, Relais u. Wider- stände	54 896	19,1	20 961	29,5	4 985	10,4	80 842	67,9	25,9	6,2	Schweden	4514
											Schweiz	3640
Installationsmaterial, Isolierröhr, Isolatoren, Isolierstoffe	12 289	4,3	1 384	1,9	567	1,2	14 240	86,3	9,7	4,0		
Kabel, isol. Drähte u. Lei- tungen, Kabelgarnituren	15 594	5,4	2 585	3,5	2 747	5,7	20 926	74,5	12,4	13,1		
Elektrowerkzeuge	2 082	0,7	384	0,5	1 445	3,0	3 911	53,2	9,8	37,0		
Elektroschweißgeräte, -industrieföfen	3 928	1,4	2 594	3,7	2 537	5,3	9 059	43,4	28,6	28,0		
Elektrokohle	584	0,2	1 337	1,9	2 432	5,1	4 333	13,0	30,9	56,1	Japan	249 (1957)
Drahtnachrichtentechnische Geräte u. Einrichtungen	29 765	10,3	2 641	3,7	151	0,3	32 557	91,4	8,1	0,5	Schweden	468
Funknachrichtentechnische Geräte u. Einrichtungen	8 244	2,9	1 229	1,7	1 008	2,1	10 481	78,7	11,7	9,6		
Elektronenröhren, Halbleiter	1 176	0,4	494	0,6	302	0,6	1 872	62,8	21,1	16,1		
El. Meß-, Prüfgeräte, Elektrizitätszähler	7 044	2,4	1 797	2,5	622	1,3	9 463	74,4	19,0	6,6		
Elektromedizinische sowie Röntgengeräte und Ein- richtungen	964	0,3	1 490	2,1	907	1,9	3 361	28,7	44,3	27,0		
Gleislose Batteriefahrzeuge	1 882	0,7	122	0,2	802	1,7	2 806	67,1	4,3	28,6		
El. Bergwerks- u. Industrie- bahnfahrzeuge	37 314 ¹⁾	13,0	114	0,2	227	0,5	37 655	99,1	0,3	0,6		
El. Ausrüstungen u. Zu- behör für Kraftfahrzeuge und Räder	5 292	1,8	2 441	3,4	3 478	7,3	11 211	47,2	21,8	31,0	Kanada	2218
											Japan	379 (1957)
El. Lampen	2 670	0,9	618	0,9	2 465	5,1	5 753	46,4	10,7	42,9	Japan	303 (1957)
El. Leuchten	682	0,2	1 384	1,9	475	1,0	2 541	26,8	54,5	18,7		
Rundfunk- u. Fernseh- empfangsgeräte	2 916	1,0	8 565	12,1	260	0,5	11 741	24,8	73,0	2,2	Japan	2830 (1957)
Phonogeräte, Lautsprecher, Mikrophone, Tonträger	8 150	2,8	3 180	4,5	2 083	4,3	13 413	60,8	23,7	15,5	Niederlande	1048 (1957)
											Japan	
Staubsauger, Bohner- maschinen	2 763	1,0	2 386	3,4	13	0,1	5 162	53,5	46,2	0,3	Schweden	788
Haushalt-Waschmaschinen, Geschirrspülmaschinen	4 492	1,6	149	0,2	1 974	4,1	6 615	67,9	2,3	29,8		
Sonstige elektromotorische Haushaltgeräte u. Teile	2 082	0,7	336	0,5	1 109	2,3	3 527	59,0	9,5	31,5	Schweden	289
Haushalt-Kühlschränke												
Kühlaggregate u. Teile	8 138	2,8	831	1,2	7 232	15,1	16 201	50,2	5,1	44,7		
Elektrowärmegeräte für Haushalte	4 292	1,5	1 599	2,3	1 411	2,9	7 302	58,8	21,9	19,3		
Sonstige Elektroerzeugnisse	12 031	4,5	1 058	1,5	848	1,7	13 937	86,3	7,6	6,1		
Insgesamt	288 132	100	71 021	100	47 951	100	407 104	70,8	17,4	11,8		

1) Einschl. anderer Elektrolokomotiven.
Quelle: Amtliche Außenhandelsstatistik der angeführten Länder.

Westdeutschland, eine verhältnismäßig starke Marktstellung bei Elektro-Werkzeugen, Schweißgeräten, Batterie- und Industriefahrzeugen sowie Lampen, Kühlschränken und einigen Haushaltgeräten. Trotz der britischen Vormachtstellung wird der südafrikanische Markt auch in den kommenden Jahren der westdeutschen Elektroindustrie gute und mit großer Wahrscheinlichkeit steigende Absatzmöglichkeiten bieten. Voraussetzung dafür ist jedoch eine gute Marktkenntnis und knappe Kalkulation.

Zusammenfassung

Der afrikanische Kontinent hat als Abnehmer westdeutscher Elektroerzeugnisse in den letzten Jahren ständig an Bedeutung gewonnen. Diese Entwicklung wird sich sehr

wahrscheinlich mit der von Jahr zu Jahr zunehmenden Zahl der selbständigen Staaten fortsetzen, obgleich es schwierig sein wird, den Vorsprung der ehemaligen Kolonialmächte aufzuholen, die auch heute noch einen beträchtlichen wirtschaftlichen Einfluß haben. Die gegenwärtig wichtigsten Kunden der westdeutschen Elektroindustrie sind in Afrika die schon seit längerer Zeit bestehenden und wirtschaftlich am weitesten fortgeschrittenen selbständigen Staaten, nämlich die Südafrikanische Union und Ägypten. In der Einfuhr elektrotechnischer Erzeugnisse nach Südafrika steht Westdeutschland an zweiter Stelle hinter Großbritannien und vor den USA. Der wachsende Elektro-Importbedarf der Union eröffnet der westdeutschen Elektroindustrie bei guter Marktkenntnis und knapper Kalkulation gute und steigende Absatzchancen.

KURZ BERICHTET

Einen gasgekühlten Reaktor für Schiffsantrieb werden die Deutsche Babcock & Wilcox und die Hamburger Werft Blohm & Voss gemeinsam entwickeln. Das Projekt umfaßt eine Anlage von 20 000 WPS. r

488 000 offene Stellen bei nur 153 000 Arbeitslosen im Bundesgebiet und in West-Berlin wurden im Mai d. J. von der Bundesanstalt für Arbeitsvermittlung und Arbeitslosenversicherung verzeichnet. Im Zeichen des immer fühlbarer werdenden Mangels an Arbeitskräften wurden seit Beginn des Jahres 45 700 italienische Arbeitskräfte in die Bundesrepublik vermittelt, darunter 22 600 Arbeiter für das Baugewerbe. r

Das größte Fernsehstudio Europas und des britischen Commonwealth wurde am 9. Juni von der Associated Rediffusion in Wembley bei London eröffnet. Von diesem neuen Studio aus kann im 405-, 525- und 625-Zeilen-System gesendet werden. Eine verschiebbare schalldichte Zwischenwand kann je nach Bedarf das Studio in zwei Räume teilen. Jede Hälfte des Studios hat eigene Aufnahme- und Schalteinrichtungen, so daß beide getrennt und zusammen senden können. r

Ein elektronisches Gasspürgerät ist in Großbritannien entwickelt worden. Nach Angaben der Hersteller reagiert der Spürkopf auf alle brennbaren Gase, selbst bei hoher Luftfeuchtigkeit. Der Detektorkopf löst bei einer Ansammlung von explosiblen Gasen sofort auf der Kontrollstelle Ton- und Lichtwarnsignale aus, die so lange ausgesendet werden, wie die gefährliche Konzentration der Gase anhält. r

Eine Schrift über den technischen Stand der stereophonen Rundfunk-Übertragung hat die British Broadcasting Corp. veröffentlicht, aus der zu erkennen ist, daß man sich bei der BBC mit der Untersuchung von „kompatiblen“ Stereo-Systemen befaßt, bei denen die vorhandenen Tonrundfunk-Kanäle voll ausgenutzt werden können. r

Kosmische Ultrastrahlen können nach Ansicht russischer Experten zum Lenken von Raumschiffen auf kreisförmiger Umlaufbahn verwendet werden. Zu diesem Zwecke werden Zählrohre für kosmische Strahlen in den Fahrzeugen parallel zur Erdoberfläche aufgestellt. Geringe Abweichungen aus dieser Orientierung verursachen ausgeprägte Änderungen in der Intensität der empfangenen Ultrastrahlung. Die hierdurch vom Zählrohr angezeigten Änderungen können zum Steuern der Navigationssysteme von Raumschiffen herangezogen werden. Klg

In der Türkei sollen mit Hilfe ausländischer Firmen Fernsehsender in Ankara, Istanbul und Izmir aufgebaut werden, die untereinander durch ein Richtfunk-Netz verbunden werden sollen. Fernsehempfänger sollen für die erste Zeit importiert werden. Die Produktion von Geräten in der Türkei ist erst später vorgesehen. r

In Indien wurden im vergangenen Jahr insgesamt über 200 000 Rundfunkgeräte hergestellt. Rund ein Viertel der Bauteile mußte noch importiert werden. r

Farbfernsehempfänger haben 6 japanische Firmen auf der 4. Industrie-Messe in Osaka ausgestellt. r

Japan hat 1959 für 936 Mio. \$ elektronische Geräte erzeugt. Das ist doppelt soviel wie 1958. Auf Fernsehgeräte entfielen 335 Mio. \$, auf Rundfunkempfänger 157 Mio. \$, auf Rundfunkröhren 72 Mio. \$, auf Fernschröhren 59 Mio. \$ und auf Transistoren 45 Mio. \$. Klg

Thermoelemente für 1650 bis 2200 °C stehen jetzt in den Kombinationen Rhenium-Molybdän und Rhenium-Wolfram zur Verfügung. Sie sind für Vakuumöfen oder Wasserstofföfen mit inerte oder reduzierender Atmosphäre geeignet. e

Solarzeller-Platten mit einer wirksamen Fläche von über 2,4 m² hat die International Rectifier Corp. in den Handel gebracht. Die Platte der genannten Größe enthält 10 640 einzelne Solarzellen und gibt eine Leistung von 100 W ab. In der Entwicklung befinden sich Solarzellen-Platten, die 200 W abgeben, wobei die augenblicklich erhältlichen Solarzellen-Typen mit einem Wirkungsgrad von 12 % benutzt werden. r

Verformbares Wolfram erhält man durch Reduktion reinen Wolframoxys mit Kalzium. Es hat viel feinere Kristallstruktur und ist dadurch weicher und weniger brüchig als anders hergestelltes Wolfram. Man kann es sägen und zu Blechen formen. Damit ergeben sich neue Anwendungsmöglichkeiten dieses hochschmelzenden Metalls. e

Schaltzeiten bis zu 0,3 µs lassen sich mit einer neuen Silizium-Diode in Elektronenrechnern und ähnlichen Anlagen erreichen, die von einer amerikanischen Firma herausgebracht wurde. Die Diode selbst hat eine garantierte Schaltzeit von höchstens 0,8 ns. Die neue Diode ist widerstandsfähig gegen Temperaturen bis 150 °C, Stoß, Temperatur-Änderungen, Vibration und Feuchtigkeit. r

Einen Flugkörper in Marsnähe zu schießen, beabsichtigt das Massachusetts Institute of Technology (USA) im Laufe der nächsten 5 Jahre. Der Flugkörper soll mit photographischen Kameras versehen werden, welche die Oberfläche des Mars photographieren sollen. Die Instrumente sollen über eine Zeitdauer von 2 bis 3 Jahren arbeitsfähig sein. Während des Fluges zum Mars soll jede Woche eine etwa 20 s dauernde Information vom Flugkörper zur Erde gefunkt werden. Klg

Tunnel-Dioden mit einer Grenzfrequenz von 10 000 MHz werden gegenwärtig von den General Telephone and Electronics Labs entwickelt. Die Firma stellt bereits in kleiner Serie eine Tunnel-Diode mit einer oberen Grenzfrequenz von 300 MHz her. Die Tunnel-Dioden werden in einer keramischen Kapsel geliefert, die den unmittelbaren Einbau in Hohlleiter aller Art gestattet. Mit dieser Kapselanordnung können noch obere Grenzfrequenzen von 8000 MHz in kommenden Typen erreicht werden. Bei den Tunnel-Dioden für 10 000 MHz wird voraussichtlich eine andere Art keramischer Kapseln verwendet werden müssen. An Stelle von Germanium soll Gallium-Arsen benutzt werden. r

Die Preise für amerikanische Farbfernsehgeräte werden, soweit die Modelle für die Saison 1961 betroffen sind, voraussichtlich nicht gesenkt werden, wie aus Verlautbarungen der beiden führenden amerikanischen Hersteller von Farbgeräten, RCA und Admiral, hervorgeht. Jede der beiden Firmen bringt in der neuen Saison 13 Grundmodelle heraus, deren Preise bei RCA weiterhin zwischen 495 \$ und 1400 \$ und bei Admiral zwischen 595 \$ und 895 \$ liegen. r

Glaserzeugnisse, die härter als Stahl und etwa 15-mal so fest wie Tafelglas sind, werden von den Dow Corning Glass Works, Washington, hergestellt. rg

Ein elektrisches Modell gestattet, die Erwärmungsvorgänge in Schmelz- und Wärmebehandlungsöfen in sehr kurzer Zeit zahlenmäßig zu erfassen, z. B. die Temperatur im Kern von Schmiedeblocken aus der Oberflächentemperatur und der Erwärmungsdauer. In dem Modell werden die Wärmeleitfähigkeit durch Widerstände, die Wärmekapazität durch Kondensatoren nachgebildet. e

Graphit mit besonderen Stoffeigenschaften wurde für die Atomreakorteknik geschaffen. Durch Abscheidung aus kohlenstoffhaltigen Gasen auf einem Träger wird eine Kristallorientierung erzwungen. Dadurch wird die Wärmeleitfähigkeit dieses Graphits parallel zur Oberfläche mit 75 kcal/m h grd etwa so groß wie die von Metallen (reines Kupfer 340, reines Blei 30), senkrecht zur Oberfläche ist sie 500-mal so klein. Man kann diesen Graphit in dünnen Schichten von 1 bis 2 mm Dicke und in kompakten Stücken herstellen. e

Ein Transistor-Tester, mit dem stündlich 750 Einheiten geprüft und sortiert werden können, wurde von der Industro Transistor Corp., New York, USA, entwickelt. Die für die einzelnen Transistor-Typen gewünschten Höchst- und Kleinst-Werte können nach Bedarf eingestellt werden. Das Gerät kann entweder normale Zeiger-Instrumente aussteuern oder ein Röhren-Voltmeter, das von einer Bedienungskraft abgelesen werden muß. Auf Wunsch läßt sich das Prüfergebn auch mit einer IBM-Lochkarten- oder Lochstreifen-Anlage aufzeichnen. Ferner können Zähler zum Anzeigen der Zahl der geprüften Transistoren oder mechanische Sortier-Vorrichtungen angeschlossen werden. r

RUNDSCHAU

DK 621.317.333.6 : 621.315.2

Automatische Isolationsüberwachung an Kabelanlagen. Nach Alt, A.: Techn. Mitt. PTT Bd. 38 (1960) H. 3, S. 101–112; 4 B.

Der Isolationszustand der Fernmelde-Kabelanlagen wird im allgemeinen durch periodische Isolationsmessungen überwacht. Es bestand jedoch der Wunsch, die Isolation ständig unter Kontrolle zu halten. Der beschriebenen Meßeinrichtung liegt die Überlegung zugrunde, daß die Messung des absoluten Isolationswiderstandes das einzig richtige Merkmal für den Isolationszustand einer Leitung liefert. An die Meßeinrichtung können 38 Meßobjekte angeschlossen werden, die im Rhythmus von einer Minute nacheinander geprüft werden. Die Objekte werden mit einem Schrittschalter abgetastet und mit dem Meßrelais verbunden, das bei einem bestimmten eingestellten Wert anspricht. Während bei ausreichendem Isolationswert der Schrittschalter weiterläuft, wird bei schlechter Isolation die Messung dreimal hintereinander durchgeführt und danach Alarm gegeben. Der Schrittschalter bleibt in diesem Falle stehen und zeigt somit die gestörte Leitung an.

Die Meßeinrichtung erscheint geeignet für die Erfassung von Kabelfehlern mit langsam fallenden Isolationswerten, die beispielsweise durch Korrosionen oder undichte Mäntel hervorgerufen werden. Nach Angabe des Verfassers haben sich die Geräte im Betrieb bewährt. Fehlalarme sind äußerst selten. Die normale Ansprechgrenze ist auf 20 M Ω eingestellt.

Thr

DK 621.313.332 : 629.135

Generatoren für konstante Frequenz bei veränderlicher Antriebsdrehzahl für Flugzeuge. (Variable-speed constant-frequency generator system for aircraft.) Nach Chirgwin, K. M., u. Stratton, L. J.: Trans. Amer. Inst. electr. Eng. (II) (Applic. & Ind.) Bd. 78 (1959) S. 304–310; 14 B., 3 Taf., 8 Qu.

Ausgehend von den bekannten Motoren für veränderliche Drehzahl bei konstanter Frequenz wird ihre Eignung als Generatoren für konstante Frequenz bei veränderlicher Drehzahl untersucht. Solche Generatoren sind für die Luftfahrt interessant, weil die Triebwerke, je nach Flugzustand, mit verschiedenen Drehzahlen laufen. Besonders groß ist das Interesse für Maschinen, bei denen der Kommutator durch Kunstschaltungen unter Verwendung von Halbleitern ersetzt werden kann.

Eine besonders günstige Lösung ergibt sich, wenn als Hauptgenerator eine Drehstrom-Asynchronmaschine mit Schleifringläufer verwendet wird. Als Erregersystem für den Schlupffrequenzkreis dient eine auf der gleichen Welle sitzende Synchronmaschine in Verbindung mit einem Halbleiter-Frequenzwandler. Der Generator kann sowohl unterwie übersynchron angetrieben werden und liefert über den ganzen in Betracht kommenden Drehzahlbereich eine Spannung konstanter Frequenz von 400 Hz. Die Verfasser haben Messungen an einem Versuchsmodell, welches aus handelsüblichen Maschinen zusammengesetzt war, vorgenommen, Meßergebnisse in Form von Kennlinien und Oszillogrammen werden mitgeteilt.

Pit

DK 541.15

Veränderung der Eigenschaften von Werkstoffen durch Bestrahlung. Nach Wuckel, L.: Technik Bd. 15 (1960) H. 1, S. 21 bis 27; 10 B., 2 Taf., 30 Qu.

Der Aufsatz gibt einen Einblick in das Arbeitsgebiet „Strahlenchemie“, das mit der Entwicklung der Kerntechnik aufgekommen ist und sich mit der Wirkung ionisierender Strahlung auf die Auslösung und den Verlauf chemischer Reaktionen und mit der Beeinflussung der Eigenschaften von Stoffen, insbesondere von Kunststoffen, durch Bestrahlung befaßt. Nach einer kurzen allgemeinen Einführung wird in einem zusammenfassenden Bericht ein Überblick über den heutigen Stand auf dem Gebiet der Strahlungsbeeinflussung von Kunststoffen zum Verbessern ihrer thermisch-mechanischen Eigenschaften vermittelt.

Für die Bestrahlung von Kunststoffen eignen sich sowohl Elektronen- als auch Gammastrahlen. Als Strahlungsquelle für Gammastrahlen wird hauptsächlich radioaktives Kobalt 60 verwendet. Zum Erzeugen von Elektronenstrahlen benutzt man Beschleunigungsanlagen. Zum Bestrahlen dün-

ner Schichten sind Elektronenstrahlen wegen der höheren Dosisleistung infolge der stärkeren Absorption günstiger; für dickere Objekte müssen Gammastrahlen verwendet werden.

Die Vorgänge, die sich bei Einwirkung von Gamma- und Elektronenstrahlen in den Kunststoffen abspielen, werden beispielhaft an Hand des Reaktionsschemas erläutert. Infolge der ionisierenden Wirkung der Strahlen entstehen freie Radikale, durch die dann im wesentlichen zwei verschiedene Reaktionen ausgelöst werden können, nämlich erstens eine Vernetzung der Makromoleküle durch Ausbildung von Querverbindungen zwischen benachbarten Molekülen und zweitens eine Spaltung der Makromoleküle.

Wenn die Vernetzung überwiegt — das ist z. B. bei Polyäthylen, Polystyrol, Polyvinylchlorid und Naturkautschuk der Fall —, werden durch die Bestrahlung die Festigkeit und die thermische Beständigkeit teilweise sehr erheblich verbessert. Wenn die Abbauerscheinungen überwiegen, wie z. B. bei Polyisobutylen, Piacryl, Plexiglas und Teflon, wird durch Bestrahlung der Stoff brüchig und verliert seine mechanische Festigkeit. Aber auch die vernetzten Stoffe werden bei Erhöhung der Strahlungsdosis schließlich abgebaut und zerstört. Daher gibt es für die Vergütung dieser Stoffe optimale Dosisleistungen, die für die verschiedenen Stoffe unterschiedlich sind.

Wkp

DK 669.725

Beryllium — das Metall und seine Möglichkeiten. (Beryllium — the metal and its design potential.) Nach Yans, F. M., u. Gardner, N. R.: Electr. Manuf. Bd. 64 (1959) S. 181–187; 8 B., 4 Taf.

Das Verhältnis von Festigkeit zum spezifischen Gewicht ist bei Beryllium etwa doppelt so hoch wie bei Aluminium und auch wesentlich höher als bei Edelstahl, Titan und Magnesium. Infolge seines verhältnismäßig hohen Schmelzpunktes bleibt dieses günstige Verhältnis bis über 540 °C erhalten. Allerdings ist auch der Preis von Beryllium wesentlich höher als bei diesen anderen Metallen.

Einige seiner wichtigsten Eigenschaften sind:

Farbe	stahlgrau
spezifisches Gewicht	1,85 g/cm ³
Schmelzpunkt	1283 °C
Elektrizitäts-Modul	28 000 kp/mm ²
Fließgrenze	32 kp/mm ²
Zerreißeigenschaft	42 bis 56 kp/mm ²
Reflexionsvermögen	52 bis 55 %
spez. elektrischer Widerstand bei 0 °C	rd. 4 · 10 ⁻⁶ Ω cm.

Beryllium hat infolge seiner hohen Wärmekapazität (2,5-mal so hoch wie bei Aluminium), seiner guten thermischen Leitfähigkeit und seines hohen Schmelzpunktes ungewöhnlich gute wärmeabsorbierende Eigenschaften und ist daher für den Raketenbau geeignet. Im Gegensatz zu anderen Hochtemperatur-Werkstoffen ist aber auch seine elektrische Leitfähigkeit selbst bei höheren Temperaturen noch verhältnismäßig hoch. Wegen seines geringen spezifischen Gewichts wurde auch schon versucht, Beryllium für Flugzeuginstrumente u. dgl. zu verwenden. Allerdings bereitet die Herstellung von Drähten und dünnen Blechen noch gewisse Schwierigkeiten.

Das Interesse, das Beryllium neuerdings findet, ist vor allem auf seine nuklearen Eigenschaften — es eignet sich besonders als Moderator zum Abfangen von langsamen Neutronen — zurückzuführen. Hierin ist Beryllium dem Graphit überlegen. Wenn es gelänge, seinen Preis merklich zu senken, würde es für die Atomenergie-Gewinnung noch wichtiger werden.

Bei der Herstellung von Beryllium ergeben sich drei Hauptprobleme:

1. Infolge seiner Sprödigkeit ist es schwierig, Formstücke aus Beryllium frei von Rissen usw. herzustellen. Man muß daher bei höheren Temperaturen (700 bis 1150 °C) unter Druck arbeiten.

2. Damit die Fertigteile einwandfreie mechanische Eigenschaften aufweisen, muß eine bestimmte kristallographische Textur vorhanden sein.

3. Damit der Werkstoff während der Verarbeitung nicht geschädigt wird, muß er entweder mit gasundurchlässigen dehnbaren Metallen (z. B. weichem Stahl) ummantelt oder im Vakuum oder unter einer inerten Atmosphäre verarbeitet werden. Besonders die Zerreißfestigkeit und die Dehnung des Metalls hängen weitgehend von der Korngröße ab. Deshalb hat das Schmelzen von Beryllium, bei dem ein grobkörniges Material entsteht, große Nachteile. Daher werden in der Regel pulvermetallurgische Verfahren angewendet. So können Blöcke mit feinkörnigem Gefüge und fast theoretischer Dichte hergestellt werden, die als Ausgangswerkstoff für die weitere Bearbeitung durch Walzen, Strangpressen, Schmieden bei 450 bis 1150 °C geeignet sind. Dadurch erhöhen sich noch die Fließgrenze, Zerreißfestigkeit und Dehnung.

Beryllium kann mit Aluminium-Silizium-Legierungen, Feinsilber und Silber mit geringen Beryllium- oder Kupferzusätzen gelötet werden. Schweißen ist zwar möglich, aber schwierig, da die meisten Metalle spröde intermetallische Phasen mit Beryllium bilden. Es empfiehlt sich, das Metall nach der Verarbeitung mit 10- bis 25-prozentiger Schwefelsäure zu beizen oder es fein zu polieren.

Beryllium zeigt ausgesprochene Anisotropie. Die Dehnung von Einkristallen liegt zwischen 0 und 50 %, je nachdem, in welcher Richtung belastet wird. Deshalb ist auch die Dehnung von Blechen von ihrer herstellungsbedingten Textur abhängig. Die Korrosionsbeständigkeit von Beryllium nimmt mit steigender Reinheit des Metalls zu. Unter Umständen kann es in Wasser zu einem lokalen Korrosionsangriff kommen, vor allem in Gegenwart von Chloriden, Sulfaten, Kupfer und Eisen. Dagegen ist es bis etwa 800 °C oxydationsbeständig.

In einigen Fällen ist Beryllium allen anderen Metallen überlegen, z. B. als Fenster für Röntgenröhren. Eine breitere Verwendung von Beryllium wurde bis jetzt aber verhindert durch seine Seltenheit, seinen hohen Preis, seine Giftigkeit und seine Sprödigkeit. Zur Zeit kostet Beryllium-Pulver 110 bis 200 \$/kg, Fertigteile kosten 450 bis 670 \$/kg. Beryllium-Verbindungen in Dampf- oder Gasform können Hautentzündungen und beim Einatmen „Berylliosis“ hervorrufen. Die Toleranzgrenze soll bei $2 \cdot 10^{-6}$ g je Kubikzentimeter Luft liegen. In kompakter Form bildet Beryllium keine Gefahr.

Wtr

DK 621.398.029.64 : 654.93 : 629.19

Die Anwendung von Mikrowellen in der Weltraumtechnik. (Applying microwaves to space problems.) Nach Harlt, H. M.: Electronic Industries, April 1960, S. 78–82; 9 B.

In der Arbeit werden, unter Zugrundelegung von Berechnungen einer Arbeitsgruppe der Firma Raytheon, die Anforderungen dargelegt, die an die hochfrequenztechnische Ausrüstung astronautischer Nachrichten-Übertragungsanlagen gestellt werden. Es zeigt sich, daß zum Übertragen von Nachrichten zwischen Erde und Planeten eine Wellenlänge von 10 cm am günstigsten ist. Bei dieser Wellenlänge ist eine Absorption durch die Erdatmosphäre kaum vorhanden, während andererseits das kosmische Rauschen verhältnismäßig schwach ist ($< 10^{\circ}\text{K}$). Es werden quantitative Angaben über die Sendeleistungen bei der genannten Wellenlänge in Abhängigkeit von der Übertragungsbandbreite gemacht, die erforderlich sind, um eine Funkverbindung zwischen Erde und Planeten zu ermöglichen. Die benötigten Leistungen können mit heutigen Mikrowellen-Röhren erzeugt werden. Um eine Funkverbindung zum nächsten Stern bei einer Übertragungsbandbreite von 100 kHz zu ermöglichen, bedarf es der Anwendung von 500 parallelgeschalteten Hochleistungs-Senderöhren von jeweils 200 kW Leistung, einem Sendespiegel von 150 m und einem Empfangsspiegel von 5 m Durchmesser.

Von aktuellerem Interesse sind die in der Arbeit genannten Daten über die erforderlichen Sendeleistungen, die für Nachrichten- und Fernsehverbindungen auf der Erde unter Verwendung von Satelliten, die als passive Reflektoren wirken, benötigt werden. Die auftretenden Antennenprobleme werden diskutiert. Als geeignete technische Ausführung eines solchen Satellitenreflektors wird eine Art Antennen-Hubschrauber-Satellit vorgeschlagen.

Der Verfasser weist abschließend auf die Möglichkeit der Erzeugung sichtbarer Gasentladungen in der Atmosphäre durch gebündelte Mikrowellenstrahlung hoher Leistung hin. Diese sichtbaren Entladungen können gegebenenfalls dazu dienen, Raumschiffen den Weg zu weisen. Klg

DK 621.565.83 : 537.322.15

Thermoelektrische Kühlung. (Thermo-electric cooling.) Nach Brit. Commun. & Electronics Bd. 7 (1960) H. 2, S. 110–112; 3 B., 1 Qu.

Grundlegende Erkenntnisse auf dem Gebiet der Festkörperphysik haben in Verbindung mit neuen Halbleitern in den letzten Jahren die Möglichkeit eröffnet, den seit 1834 bekannten Peltier-Effekt mit brauchbarem Wirkungsgrad zum Lösen von Kühlungsproblemen heranzuziehen. Eine bereits von Altenkirch (1911) entwickelte Theorie der thermoelektrischen Kühlung und ein daraus gewonnenes Gütemaß für Peltier-Kühlelemente erwies sich jetzt als sehr wertvolle Hilfe für die Entwicklung derartiger Elemente auf Halbleiterbasis.

Bei der anzustrebenden großen Temperaturdifferenz zwischen dem „heißen“ und dem „kalten“ Ende des Elements kommt es darauf an, die Änderung der für das Gütemaß wesentlichen Größen — insbesondere der Wärmeleitfähigkeit, der elektrischen Leitfähigkeit und des thermoelektrischen Koeffizienten — innerhalb des Elements zu ermitteln. Die Verwendung von Halbleitern bringt gegenüber Metallen ganz allgemein dadurch erhebliche Vorteile, daß der thermoelektrische Koeffizient die Größenordnung einiger mV/grd erreicht, gegenüber einigen $\mu\text{V/grd}$ bei Metallen; ferner hat man die Möglichkeit, durch geeignete Dotierung mit Verunreinigungen den Wirkungsgrad zu verbessern. Insgesamt bleibt die vielgestaltige Aufgabe zu lösen, gleichzeitig hohe elektrische Leitfähigkeit und einen hohen thermoelektrischen Koeffizienten zu erreichen und bei der Fertigung die zahlreichen Einflußgrößen (z. B. Träger-Beweglichkeit, Träger-Konzentration, effektive Masse der Ladungsträger) unter Kontrolle zu halten. Man hat erkannt, daß bei den Halbleitern der Gruppe IV und bei intermetallischen Verbindungen der Gruppen III und V die thermoelektrische Brauchbarkeit mit steigendem Atomgewicht wächst.

Bei den besten Peltier-Elementen wurde „im Leerlauf“ eine Temperaturdifferenz von etwa 80 grd erzielt; für die praktische Anwendung kann man mit Werten von 30 bis 50 grd rechnen. Der Wirkungsgrad wächst im allgemeinen mit sinkender Temperaturdifferenz. Ein einzelnes Element leistet bei Belastung mit Strömen von etwa 5 bis 10 A etwa 0,25 W Kühleistung. Für die elektronische Gerätetechnik, vor allem bei transistorisierten und miniaturisierten Geräten, kommt der Peltier-Kühlung zweifellos erhebliche Bedeutung zu; auch für Thermostat-Einrichtungen mit unter Umgebungstemperatur liegendem Sollwert sind die Zukunftsaussichten sehr günstig. Die Peltier-Kühlung im Haushalt dürfte dagegen vorerst kaum realisierbar sein. Fs

DK 669.234 : 621.3.049.75

Palladium-Überzüge in gedruckten Schaltungen. (Palladium plating of printed circuits.) Nach Philpott, J. E.: Platinum Met. Rev. Bd. 4 (1960) H. 1, S. 12–14; 1 B., 1 Taf.

Die in gedruckten Schaltungen zur Stromleitung dienenden Kupferschichten können wegen des elektrischen Widerstandes der Oberflächen-Oxidschicht und der geringen mechanischen Härte des Kupfers nicht unmittelbar als Kontaktstücke verwendet werden. Bei Kontakten, z. B. für Steckerleisten (Einschübe) oder Schalterteile, die einen niedrigen und konstanten Übergangswiderstand haben sollen, werden daher an den Kontaktstellen Edelmetallschichten auf den Kupferträger elektrolytisch aufgebracht.

Silber ist hierfür wegen seiner Anlaufneigung und Verschlechterung des Isolationswiderstandes ungünstig. Mehr verwendet werden daher bereits Gold und Rhodium, jedoch gefährdet deren stark alkalisches oder saures Elektrolytbad Teile der gedruckten Schaltung. Beim Palladium dagegen ist eine Elektrolyse in fast neutraler, also ungefährlicher Lösung möglich. Außerdem hat die Palladiumschicht hohe Härte, kaum innere Spannungen, d. h. gute Haftfestigkeit, geringe Porosität, gute Oberflächen-Eigenschaften, niedrige Wichte, geringe spezifische Kosten und wird deshalb als idealer Kontaktwerkstoff vorgeschlagen.

Anodenwerkstoff (Platin, Edelstahl oder Graphit), Konzentration und deren Konstanthaltung (wegen der unlöslichen Anoden), Stromdichte und Temperatur im Palladium-Elektrolyten werden ausführlich besprochen. Die Dicke der Palladiumschicht soll, je nach Schaltbelastung des Kontaktes, zwischen 1 und 5 μm liegen

Rl

AUS DER INDUSTRIE

Neue Trenner für 110 und 220 kV

DK 621.316.545.027.8

Ebenso wie bei den Hochleistungsschaltern wurde auch bei der Weiterentwicklung von Trennern für hohe Spannungen besonderes Augenmerk auf die Verminderung des Flächen- und Raumbedarfes gerichtet. Der von der AEG entwickelte Ellipsoidtrenner für 110 kV, 1250 A erfüllt außer diesen Forderungen auch den Wunsch nach klarer Trennung der Spannungsebenen. Der Kontaktarm dieses Einarmtrenners beschreibt bei der Schaltbewegung eine in der Projektion ellipsenförmige Bahn. Der Trenner wird mit Druckluft betrieben, die Drehbewegung über ein Kardan gelenk auf den Kontaktarm übertragen. Bei dem dreipoligen Gerät wird der Druckluftantrieb am Mittelpol angebaut, die Kontaktarme der Außenpole werden über Gestänge angetrieben.

In der Anlage wird die Spannung des unteren Systems an den Drehkopf angeschlossen, während das obere System den Gegenkontakt trägt, der im wesentlichen aus einer Gabel mit einer festen und einer federnden Zinke besteht. Ein Gegengewicht gewährleistet, daß der Kontakt auch bei Einseilaufhängung stets senkrecht hängt.

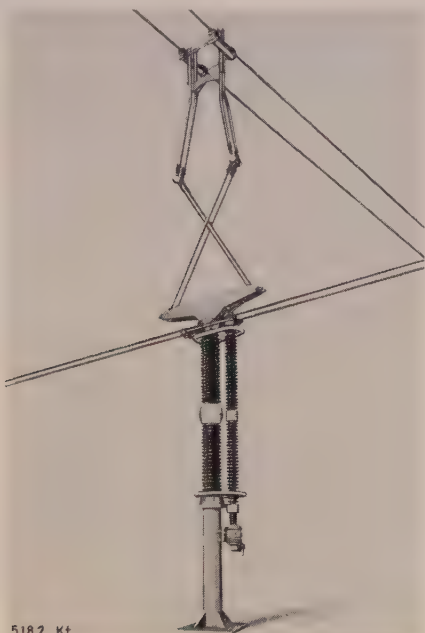


Bild 1. X-Trenner 220 kV, 2000 A.

Für 220 kV und Stromstärken bis 2000 A wurde der sogenannte X-Trenner entwickelt (Bild 1). Das Gerät ist ein Scherentrenner, dessen untere Scherenarme sich x-förmig kreuzen. Dadurch wird die seitliche Ausladung der Scheren gegenüber der bisherigen Ausführung erheblich geringer. Die Kontaktvorrichtung am oberen Sammelschienensystem ist so gebaut, daß die oberen Scherenarme, wenn sie auseinanderspreizen, mit kräftigen Kontaktstücken einseitig gegen drehbare Kontaktwalzen drücken. Bei Änderung des Seildurchhanges kann der Gegenkontakt auf dem Kontaktarm abrollen. Der X-Trenner wird durch einen einfachen und robusten Druckluft-Zugantrieb bewegt.

Bu

Mikro-Quecksilber-Relais

DK 621.318.5.082.6

Zum Auslösen ferngesteuerter Schaltvorgänge in Subminiaturgeräten hat Telefunken einen kapazitätsarmen Hochfrequenzschalter entwickelt. Das Relais (Bild 2) besteht aus einem Glaskapillar-Rohr sehr kleiner Abmessungen, an dessen einem Ende ein kleiner, am anderen Ende ein verhältnismäßig großer Hohlraum eingegossen sind. Beide Hohlräume sind untereinander durch eine Kapillare verbunden.

Beim Einschalten des Steuerstromes wird das im größeren Hohlraum befindliche Stickstoffgas von einem Heizwiderstand erhitzt. Das sich ausdehnende Gas drückt den Quecksilberfaden so weit zum anderen Hohlraum hin, bis sich der Druck in beiden Hohlräumen ausgeglichen hat. Auf diese Weise werden beide Kapillar-

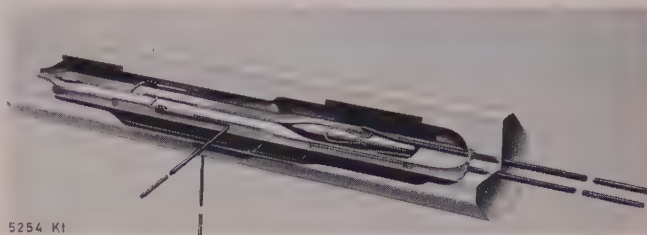


Bild 2. Schnitt durch ein Mikro-Quecksilber-Relais.

kontakte über den Quecksilberfaden miteinander verbunden, so daß der Stromkreis geschlossen ist. Beim Abschalten des Erregerstromes geht der Quecksilberfaden infolge der Abkühlung des Gases wieder in seine Ruhelage zurück. Mit dem Mikro-Quecksilber-Relais können infolge seines kapazitätsarmen Aufbaues hochfrequente Spannungen und Ströme geschaltet werden. Bei einem zulässigen Dauerstrom von 60, 40, 20, 10 oder 5 mA darf die Schaltspannung 2, 4, 6, 10 oder 20 V betragen.

Klg

Stromanleger

DK 621.317.791

Kleine handliche Stromanleger sind in der Praxis sehr gefragt. Aus diesem Grunde wurde von der Firma Adolf Wiegel & Sohn, Düsseldorf, ein Stromanleger entwickelt, der umschaltbare Meßbereiche von 0 bis 10/40/100/300 A hat. Gleichzeitig können mit diesem Gerät auch Spannungen mit getrennten Schnüren gemessen werden, und zwar in den Meßbereichen 0 bis 150 V und 0 bis 600 V.

Ein anderes Gerät mit der Typenbezeichnung RS 3 kann außerdem gleichzeitig als Ohmmeter und Durchgangsprüfer benutzt werden. Der Meßbereich umfaßt 0 bis 2 k Ω , wobei sich der Wert 25 Ω in der Mitte der Skala befindet.

Es handelt sich um ein Dreheiseninstrument mit einem auf kleinstem Raum untergebrachten Wandler. Die Meßtoleranz dieser Zangenanleger beträgt $\pm 3\%$. Besondere Aufmerksamkeit wurde der Skala gewidmet, die als Drehskala ausgeführt ist und jeweils nur den eingestellten Meßbereich erkennen läßt. Irrtümer durch Ablesen eines falschen Meßbereiches sind dadurch wirksam ausgeschlossen. Zusätzlich ist ein Arretierungsknopf eingebaut, der es ermöglicht, den jeweiligen Meßwert festzuhalten. Man kann z. B. an höher gelegenen Leitungen den Strom messen und dann später auf der Erde das Ergebnis ablesen. Die Zangenanleger können in Niederspannungsnetzen bis 600 V benutzt werden. Die Abmessungen der Geräte sind: Länge 190 mm, Breite 70 mm und Höhe 30 mm. Die Zangenöffnung ist 32 mm.

r

Löten von Aluminium

DK 621.791.34 : 669.71

Aluminium konnte bisher nur mit Spezialgeräten gelötet werden. Ein neuartiges, von der Firma Inco — F. W. Bäumer, Ahlen (Westf.), hergestelltes Lot ermöglicht es jetzt, mit LötKolben herkömmlicher Konstruktion eine feste, innige Verbindung zu schaffen. Hierbei ist es gleichgültig, ob Aluminium mit Aluminium oder Aluminium mit anderen sonst lötbaren Metallen verbunden werden soll.

Als Beispiel zeigt Bild 3 eine mit diesem neuartigen Lot hergestellte Verbindung zweier Aluminiumbleche von 1 mm Dicke.

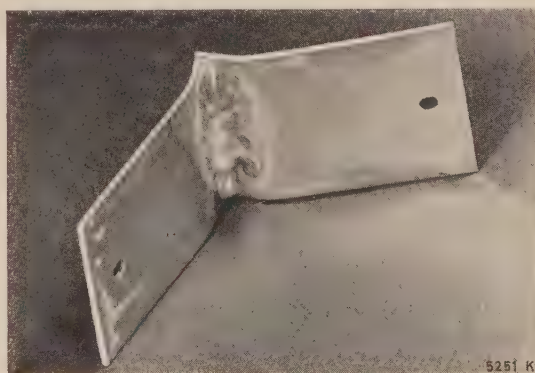


Bild 3. Lötverbindung zweier Aluminiumbleche.

Beide Schenkel dieser rechtwinklig aneinandergelöteten Bleche wurden einer Zugbelastung von 10 kp ausgesetzt, ohne daß sich die Lötstelle hierbei deformierte. Als LötKolben werden Ausführungen mit hoher Spitztemperatur und gutem Wärmetransport benötigt.

Klg

Zählgerät mit Stoßerregung für die Verpackungs-Industrie

DK 621.317.39 : 681.124.41

Zum Zählen oder Abzählen von Verpackungsgütern wurde von der Firma *Weber Lichtsteuergeräte*, Darmstadt, eine Typenreihe elektronischer Zählgeräte entwickelt. Als Beispiel zeigt Bild 4 ein Gerät für hohe Zählgeschwindigkeit. Es hat zwei elektronische Dekaden, wobei die Ziffern ringförmig angeordnet sind. Beim Zählen erscheinen helle Leuchtstriche bei den Ziffern, so daß die Anzeige auch aus größerer Entfernung und bei Tageslicht zu erkennen ist. Zum Ausleuchten der Ziffern dienen Kaltkathoden-Glimmröhren, die im gezündeten Zustand ein intensives rötliches Licht ausstrahlen.

Die Steuerglieder werden elektronisch durch einen kräftigen Stromimpuls von etwa 1 kW Spitzenleistung erregt. Auf diese Weise ist es möglich, größere Magnete und Kupplungen in weniger als $\frac{1}{100}$ s zu schalten, so daß gegebenenfalls 15 bis 20 Packungen in der Sekunde mechanisch sortiert werden können. Ein zentral angeordneter Knopf am Gerät dient zur Vorwahl. Der Knopf wird dabei einfach über die vorzuwählende Zahl eingestellt, wodurch eine eindeutige Zuordnung zwischen Vorwahl und Abzählung gegeben ist. Jede Zahl kann auf Werte zwischen 0 und 100 mit einer Rückstelltaste vorgewählt werden.



5193

Bild 4. Elektronisches Zählgerät für hohe Zählgeschwindigkeiten.

Da das Gerät völlig elektronisch und infolgedessen trägheitslos ist, kann es auch sehr schnelle Zählfolgen verarbeiten. Aus praktischen Gründen wurde die größte Zählfrequenz jedoch auf rund 2000 Impulse/s festgelegt, zumal höhere Geschwindigkeiten in der Verpackungsindustrie kaum zu erwarten sind. Das Gerät ist mit Transistoren und Kaltkathodenröhren bestückt und in gedruckter Schaltung ausgeführt.

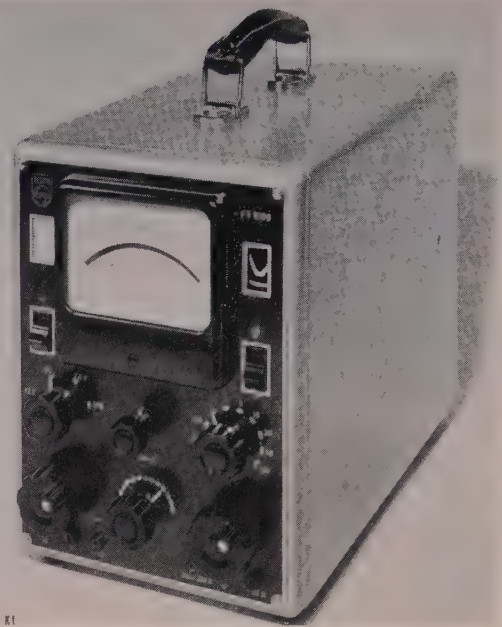
Klg

Direktanzeigende Dehnungsmeßbrücke

DK 621.317.39 : 531.781.7

Mit Hilfe der Dehnungsmeßbrücke von *Philips* (Bild 5) können statische, statisch-dynamische und dynamische Vorgänge, wie Schwingungen, Dehnungen und Verschiebungen, Kräfte, Drücke, Differentialdrücke nach dem Null- und nach dem Ausschlagverfahren gemessen werden. Die aus einem Dehnungsmeßstreifen bestehende Brücke wird aus einem in LC-Schaltung arbeitenden 6-kHz-Generator über einen Kathodenverstärker gespeist. Zum Abgleich der Brücke dienen in Stufen bzw. fein einstellbare R- und C-Glieder. Die bei Verschiebung des Brückengleichgewichts entstehende Spannung wird nach Verstärkung dem Bereichsschalter zugeführt und entsprechend dem eingestellten Bereich abgeschwächt.

In einem weiteren 3-stufigen Verstärker wird die zum Speisen von etwaigen Schreibern erforderliche Ausgangsleistung erzeugt und über einen Bandpaß einem Ringmodulator zugeführt. Gleich-



5175 K1

Bild 5. Dehnungsmeßbrücken.

zeitig wird dem Ringmodulator die Generatorfrequenz von 6 kHz über eine Leistungsstufe zugeführt. Die entstehende Gleichspannung gelangt an das Anzeige-Instrument und an die Buchsen für den Anschluß von Direktschreibern oder Lichtstrahl-Oszillographen. Zwei weitere Buchsen sind zum Anschluß von Elektronenstrahl-Oszillographen vorhanden, die den dichtemodulierten Träger oder wahlweise, nach Filterung, die Demodulation sichtbar machen.

Das Gerät hat 10 Anzeigebereiche für 0,1 % bis 100 % Dehnung. Das Meßergebnis ist unmittelbar ablesbar. Die kleinste meßbare Dehnung beträgt $2,0 \cdot 10^{-6}$. Die Meßbrücke wird aus dem 220-V-Wechselstromnetz gespeist; die Leistungsaufnahme beträgt etwa 90 W.

Klg

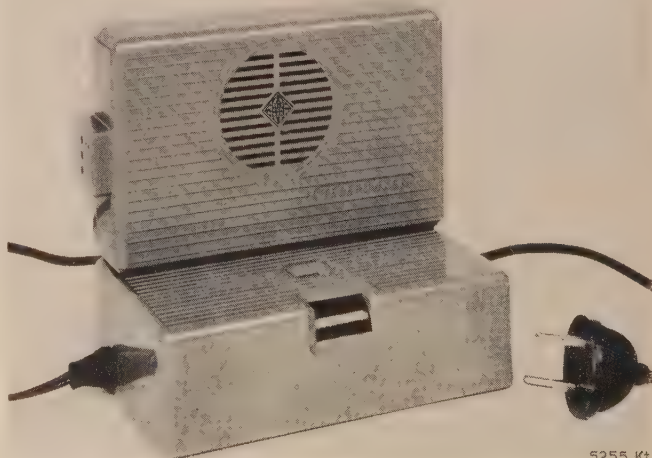
Drahtloses Meldesystem

DK 621.396.63.029.62

Telefunken hat ein drahtloses Meldesystem für den Frequenzbereich 68,025 bis 87,825 MHz entwickelt. Es dient zur Durchgabe von Meldungen oder Befehlen für Sicherheitsbehörden, für das Transportwesen und in der Industrie. Der Empfänger (Bild 6) ist volltransistorisiert und kann sowohl für Betrieb auf Fahrzeugen als Taschenempfänger als auch für stationären Betrieb — mit Netz- und Signalteil — als Alarmempfänger für Störtruppen von Versorgungsbetrieben, Grubenrettungsdiensten usw. verwendet werden.

Mit Selektivruf-Zusatz können bis zu 45 verschiedene Teilnehmer mit einer einzigen Sendefrequenz gerufen werden, ohne daß aber der Ruf bei nichtbetroffenen Teilnehmern ankommt. Zum schnellen Wiederaufladen der Empfängerbatterien ist ein besonderes Schnellladegerät vorgesehen.

Klg



5255 K1

Bild 6. Volltransistorisierter UKW-Meldeempfänger mit Netzteil.

VERBANDSNACHRICHTEN

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker

Frankfurt a. M., Osthafenplatz 6

Fernruf: 43 31 57; Fernschreiber (Telex): 04—12 871;

Telegramm-Kurzanschrift: Elektrobund;

Postscheckkonto: Frankfurt a. M. 388 68.

Inkraftsetzung der Änderung d von VDE 0667 „Vorschriften für Elektrozaun-Geräte mit Netzanschluß“ und Änderung b von VDE 0668 „Vorschriften für Elektrozaun-Geräte mit Batteriebetrieb“

Gegen die in ETZ-B Bd. 12 (1960) H. 10 S. 256 angekündigten Entwürfe der Änderung d von VDE 0667 und Änderung b von VDE 0668 sind keine Einsprüche eingegangen. Diese Änderungen wurden daher vom VDE-Vorstand im Juli 1960 genehmigt und zum 1. August 1960 in Kraft gesetzt.

Einzeldrucke von VDE 0667 d/8. 60 und VDE 0668 b/8. 60 können vom VDE-Verlag, Berlin-Charlottenburg, Bismarckstraße 33, zum Preise von 0,50 DM für VDE 0667 d/8. 60 und 0,50 DM für VDE 0668 b/8. 60 bezogen werden.

Verband Deutscher Elektrotechniker

Der Generalsekretär

Lauster

Inkraftsetzung von VDE 0860 „Vorschriften für netzbetriebene Rundfunk- und verwandte Geräte“, Teil 3 „Netzbetriebene Verstärker“ und Teil 4 „Lautsprechereinheiten, die mit der tonfrequenten Spannungsquelle baulich nicht vereinigt sind“

Gegen die Entwürfe VDE 0860 Teil 3/...57 und Teil 4/...57 sind Einsprüche eingegangen. Diese wurden von der VDE-Kommission „Rundfunk- und verwandte Geräte“ unter Vorsitz von Obering. H. Chappuzeau ordnungsgemäß behandelt. Die Entwürfe wurden dementsprechend geändert. Die so entstandene Schlußfassung hat der Vorstand des VDE im Juli 1960 genehmigt und zum 1. August 1960 in Kraft gesetzt. Die bisherige Fassung VDE 0860/VIII.43 „Vorschriften für Rundfunk- und verwandte Geräte“ tritt am 31. Juli 1961 außer Kraft.

Einzeldrucke der Neufassung können vom VDE-Verlag, Berlin-Charlottenburg 2, Bismarckstraße 33, unter der Bezeichnung VDE 0860 Teil 3/8.60 zum Preise von 0,60 DM und VDE 0860 Teil 4/8.60 zum Preise von 0,40 DM bezogen werden.

Verband Deutscher Elektrotechniker

Der Generalsekretär

Lauster

Entwurf einer Änderung a von VDE 0108/4.59 „Vorschriften für das Errichten und den Betrieb elektrischer Starkstromanlagen in Versammlungsstätten und Warenhäusern sowie auf Sport- und Versammlungsstätten im Freien“.

Der VDE-Arbeitsausschuß 0108-1 „Versammlungsstätten im Freien“ unter Vorsitz von Obering. Kling hat mit Zustimmung der VDE-Kommission 0108 „Theateranlagen“ die in VDE 0108/4.59 angekündigten §§ 24 und 25 sowie zusätzlich Betriebsvorschriften für §§ 26 und 27 ausgearbeitet. Es ist beabsichtigt, diese Änderung zum 1. Januar 1961 in Kraft zu setzen.

Der Entwurf der Änderung kann unter der Bezeichnung VDE 0108a/... 60 vom VDE-Verlag, Berlin-Charlottenburg 2, Bismarckstraße 33, zum Preise von 0,60 DM bezogen werden.

Einsprüche gegen den Entwurf sowie gegen den geplanten Termin für die Inkraftsetzung können bis zum 30. September 1960 der VDE-Vorschriftenstelle, Frankfurt a. M., Osthafenplatz 6, eingereicht werden (doppelte Ausfertigung erbeten).

Der Kommissionsvorsitzende

Kling

VDE-Vorschriftenstelle

Weise

Entwurf von VDE 0560 Teil 13/...60 „Regeln für Papier-Kondensatoren für Nenn-Gleichspannungen bis 1000 V“

Der VDE-FNE-Gemeinschaftsausschuß „Kondensatoren“ hat den Entwurf VDE 0560 Teil 13/...60 ausgearbeitet. Es ist beabsichtigt, ihn zum 1. März 1961 in Kraft zu setzen. Ein Jahr später soll VDE 0870/VII.43 „Leitsätze für Kondensatoren der Rundfunk- und Entstörungstechnik“ für Papier-Kondensatoren für Nenn-Gleichspannungen bis 1000 V ungültig werden.

Der Entwurf VDE 0560 Teil 13/...60 kann vom VDE-Verlag, Berlin-Charlottenburg 2, Bismarckstraße 33, zum Preise von 2,10 DM bezogen werden.

Einsprüche gegen diesen Entwurf sowie gegen die geplanten Termine für seine Inkraftsetzung und für das teilweise Außerkraftsetzen von VDE 0870/VII.43 können bis zum 1. September 1960 der VDE-Vorschriftenstelle eingereicht werden (doppelte Ausfertigung erbeten).

Der Vorsitzende
des Gemeinschaftsausschusses

Sträß

VDE-Vorschriftenstelle

Weise

Entwurf einer Änderung der Tafel 3 von VDE 0860 „Vorschriften für netzbetriebene Rundfunk- und verwandte Geräte“ Teil 1 „Ton-Rundfunk-Empfangsgeräte“

Die VDE-Kommission „Rundfunk- und verwandte Geräte“ hat den Entwurf einer Änderung der Tafel 3 „Zulässige Temperaturerhöhung“ von VDE 0860 Teil 1/9.59 ausgearbeitet. Es ist beabsichtigt, die Änderung zum 1. Dezember 1960 in Kraft zu setzen. Der durch die Änderung betroffene Wortlaut der Tafel 3 soll am gleichen Tage ungültig werden.

Der Entwurf der Änderung kann unter der Bezeichnung VDE 0860 Teil 1 a/...60 vom VDE-Verlag, Berlin-Charlottenburg 2, Bismarckstraße 33, zum Preise von 0,50 DM bezogen werden.

Einsprüche gegen den Entwurf sowie gegen den geplanten Termin für das In- und Außerkraftsetzen können bis zum 31. August 1960 der VDE-Vorschriftenstelle, Frankfurt a. M., Osthafenplatz 6, eingereicht werden (doppelte Ausfertigung erbeten).

Der Kommissionsvorsitzende

Chappuzeau

VDE-Vorschriftenstelle

Weise

BEKANNTMACHUNGEN

Nachrichtentechnische Gesellschaft im VDE

Frankfurt a. M., Osthafenplatz 6, Fernruf 43 31 57

NTG-Mitgliederversammlung

Im Auftrage des Vorstandes laden wir die Mitglieder der NTG zu einer ordentlichen Mitgliederversammlung am 29. September 1960 um 18.15 Uhr in Dortmund, Festsaal der Industrie- und Handelskammer, Märkische Straße 120, ein.

Tagesordnung

1. Tätigkeitsbericht des Vorstandes
2. Aussprache über die Tätigkeit der NTG
3. Vorstandswahl für die Amtsperiode 1961/62
4. Verkündung des Preises der NTG 1960
5. Änderung der Geschäftsordnung der NTG
6. Wahl des Vorsitzenden und des Stellvertretenden Vorsitzenden für die Amtsperiode 1961/62
7. Verschiedenes

Ein Entwurf zur Änderung der Geschäftsordnung (Punkt 5 der Tagesordnung) geht allen NTG-Mitgliedern durch die Post zu.

Nachrichtentechnische Gesellschaft im VDE

Geschäftsleitung

Burghoff

Sonderstudium „Isotopen- und Allgemeine Atomtechnik“

Die Staatliche Ingenieurschule Kiel hat Sondersemester und Lehrgänge für „Isotopen- und Allgemeine Atomtechnik“ eingerichtet, die jeweils am 1. März und 16. September jeden Jahres beginnen. Nähere Auskunft erteilt die Staatliche Ingenieurschule Kiel, Legienstraße 35, Fernruf 5 15 61.

of

VDE-ZEICHEN-GENEHMIGUNGEN

49. Nachtrag zur Buchzusammenstellung nach dem Stande vom 1. 11. 1955 mit Sammelnachtrag nach dem Stande vom 1. 1. 1957

Neu erteilte Genehmigungen

Installationsmaterial



Leitungsschutzschalter

Siemens-Schuckertwerke AG., Erlangen

Schraub-LS-Schalter 6, 10, 15, 20 u. 25 A, 250 V—/380 V~, Schaltleistungsgruppe III (Stern), mit L- oder H-Charakteristik, Betätigung durch Doppeldruckknopf, Sockel aus Formstoff Typ 157, Gehäuse aus Formstoff Typ 131 — Typen: Sik b (10, 15, 20, 25) L, —H.

Wandsteckdosen

Gebrüder Berker, Schalksmühle/i. Westf.

Wandsteckdosen 10 A 250 V, 2-polig ohne Schutzkontakt, nach DIN 49 440, wie bereits genehmigte Typen: 10 S 2 Uzb, —Uzw. Die Unterputzausführung jetzt in geringfügig geänderter Bauart — Typen: wie vor.

Installationsschalter

Alfred Kalthoff, Schalksmühle/i. Westf.

Die für den Nennbereich 6 A 250 V bereits genehmigten Schalter Typen 401, 405, 406, 407, 451, 456 Ab... sind jetzt auch für den Nennbereich 10 A 250 V genehmigt — Typen: wie vor.

Geräte

Rundfunkgeräte

Siemens-Electrogeräte AG., Berlin-Siemensstadt

Ton-Rundfunkempfänger 110/127/220 V, 50 W, Wechselstrom-Netzanschlußempfänger in Holzgehäuse üblicher Bauart — Typen: RB 10, —11.

Ton-Rundfunkempfänger wie vor, Leistungsaufnahme jedoch 55 W — Typen: RC 10, —11.

Ton-Rundfunkempfänger wie vor, Leistungsaufnahme jedoch 70 W — Typ: RD 10.

Vorschaltgeräte für Leuchtstofflampen — Drosselspulen

Nova-Lux Gesellschaft, Brandenburg & Co., Köln-Braunsfeld

Drosselspulen für Leuchtstofflampen 220 V 20 W, 0,390 A, 50 Hz, abgedeckte Ausführung, mit einer (offenen) 2-poligen Anschlußklemme, ohne Gummipuffer — Typ: NU 20 gx.

Drosselspulen wie vor, jedoch für 220 V, 40 W, 0,560 A, 50 Hz — Typ: NU 40 gx.

Kondensatoren der Rundfunk- und Entstörtechnik

Hydrawerk AG., Berlin N 65

Vorbeschleifungskondensatoren 250 V~, 0,02 μ F (0,05 μ F — 0,07 μ F — 0,1 μ F) + 2 \times 2500 pF (b) — zylindrische Papierwickelkondensatoren mit Umhüllung aus Aluminiumfolie, beiderseitig vergossen, Anschlußblitzen — Typen: 9750, 9751, 9752, 9753.

Siemens & Halske AG., München

Entstörkondensatoren 220 V~/300 V~, 0,25 μ F + 2 \times 0,035 μ F (c) — Papierwickelkondensatoren in Leichtmetallrundbecher mit Gießharzabschluß, Anschlußdrähte — Typ: B 81 821 AB 06.

Leitungen und Zubehör

Installationsrohre

Heinrich Geldmacher, Guxmühlen/Bez. Köln

Kunststoffinstallationsrohre wie bereits genehmigter Typ I, jetzt auch für das Nennmaß 22,2/18,4 — Typ: II.

Neu erteilte Genehmigungen zur probeweisen Verwendung

Installationsmaterial



Stecker

Leonische Drahtwerke AG., Nürnberg

PVC-Stecker, wie bereits genehmigter Typ 158, jetzt auch für den Nennbereich 10 A 250 V/15 A 250 V~, mit NYMHY (PR) 3 \times 1,5 qmm — Typ: 158.

Leitungen und Zubehör

Probeweise verwendbare isolierte Leitungen und Kabel für Fernmeldeanlagen (VDE-Probekennfaden schwarz-rot-gelb)

Kabelwerk Fr. C. Ehlers, Hamburg

Innenkabel — Typ: JY(St)Y (PR).

PERSÖNLICHES

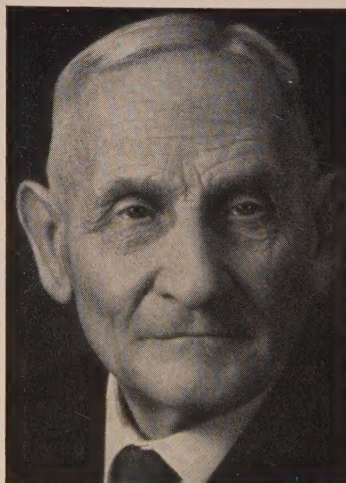
H. Behncke †. — Am 30. April 1960 verstarb im Alter von 79 Jahren der Civ.-Ing. Heinrich Behncke in Hannover.



Behncke hat nach seinen Lehr- und Wanderjahren, die ihn unter anderem im Dienst des Norddeutschen Lloyd bis nach Ostasien und Südamerika führten, im Jahre 1920 das Elektrowerk Hannover gegründet. Dieses befaßt sich vor allem mit der Reparatur von elektrischen Maschinen und Transformatoren, lehnt aber auch die Neuanfertigung von Spezialgeräten nicht ab. Das Werk ist unter seiner Leitung in 40 Jahren zu einem bedeutenden Unternehmen heran gewachsen. Der Elektrotechnischen Gesellschaft Hannover im VDE gehört Behncke seit 1910 an. Mehr als 20 Jahre lang war er der Kassenwart der Gesellschaft, die ihn in Anerkennung seiner Verdienste im Jahre 1955 zu ihrem Ehrenmitglied ernannte.

H

J. Wallot †. — Am 31. März 1960 verschied in Waldenburg (Württ.) Prof. Dr. Dr.-Ing. E. h. Julius Wallot. Der Verstorbene wurde am 6. August 1876 in Oppenheim am Rhein geboren. Nachdem er das humanistische Gymnasium in Darmstadt mit dem Reifezeugnis verlassen hatte, studierte er zuerst zwei Semester Jurisprudenz in Leipzig. Darauf nahm Wallot das Studium der Physik bei W. Röntgen in Würzburg auf, bei dem er dann auch als Assistent tätig war. Im Jahre 1902 promovierte er bei Röntgen in München. Darauf arbeitete Wallot mehrere Jahre lang an verschiedenen Universitäten bei anderen bedeutenden Physikern der damaligen Zeit, so bei P. Drude, W. Wien und F. Himsted. Dazwischen war er von 1902 bis 1904 als Dozent am Telegraphenversuchsanstalt in Berlin unter K. Strecker tätig. Mit einer Arbeit über elektromagnetische Wellen, die während seiner Tätigkeit an der Universität Freiburg entstanden war, habilitierte er sich als Privatdozent an der TH Stuttgart. Dort arbeitete er weiter auf diesem Gebiet, bis er 1913



als Privatdozent an die Bergakademie Clausthal ging. Nach dem ersten Weltkrieg, den Wallot im Heeresdienst mitmachte, führte er seine Arbeiten über elektromagnetische Wellen, über physikalische Musiklehre und über Einheiten und Maßsysteme weiter. Im Jahre 1921 wurde er zum außerplanmäßigen Professor ernannt. Ein Jahr später trat Wallot als wissenschaftlicher Mitarbeiter in das Zentrallaboratorium der Siemens und Halske AG in Berlin ein, wo er vor allem im Ausbildungswesen bis zu seiner Pensionierung Ende 1945 tätig war. Im Jahre 1929 wurde Wallot zum nichtbeamteten außerordentlichen Professor an der Technischen

Hochschule Berlin-Charlottenburg ernannt. Aus eigenem Entschluß gab er diese Stellung im Jahre 1939 auf, veranlaßt durch die damalige Neuordnung der Verhältnisse der Dozenten an den deutschen Universitäten und Hochschulen.

Zu Anfang des Jahres 1946 trat die TH Karlsruhe an Wallot mit der Bitte heran, Vorlesungen über Drahtnachrichtentechnik und elektrische Meßtechnik zu übernehmen. Diese arbeitsreiche Tätigkeit übte er, beliebt bei den Studenten und hoch geschätzt von den Kollegen, bis 1948 aus. Im Jahr 1947 wurde er zum Honorarprofessor der TH Karlsruhe ernannt.

Mit der Siemens-Stephan-Plakette wurde Wallot 1937 ausgezeichnet. Im Jahr 1952 verlieh ihm die TH Stuttgart die Würde

eines Doktor-Ingenieurs ehrenhalber. Seit 1956 war er Ehrenmitglied des Verbandes Deutscher Elektrotechniker. Drei Jahre später wurde er durch das Präsidium des Deutschen Normenausschusses in den Waldemar-Hellmich-Kreis des Deutschen Normenausschusses berufen, im Herbst 1959 wurde ihm der goldene Ehrenring des Deutschen Normenausschusses verliehen.

Wallot wurde 1923 Mitglied des Ausschusses für Einheiten und Formelgrößen (AEF im DNA), von 1930 bis 1954 führte er den Vorsitz. Diese überaus arbeitsreiche, von ihm mit der größten Hingabe ausgeübte Tätigkeit führte zu einem regen schriftlichen und mündlichen Meinungsaustausch mit vielen Wissenschaftlern innerhalb und außerhalb der deutschen Grenzen und auf internationalen Tagungen und Besprechungen.

Der Schwerpunkt der Arbeiten Wallots liegt auf zwei Gebieten. Das eine ist die klassische Theorie der elektrischen Nachrichten-Übertragungstechnik. Sein Buch über die Theorie der Schwachstromtechnik ist im Inland und im Ausland bekannt und verbreitet, es wurde zwischen 1932 und 1948 fünfmal aufgelegt. Das zweite Arbeitsgebiet ist die Lehre von den Größen und Einheiten der Physik und Technik. Hier hat Wallot seit seinen grundlegenden Arbeiten, die 1922 in der „Elektrotechnischen Zeitschrift“ erschienen sind, Bahnbrechendes geleistet. Er hat einer neuen Auffassung über diese Begriffe und einer theoretischen Fundierung zum Durchbruch verholfen und selbst die Weiterentwicklung maßgebend beeinflusst, ein Meister des klaren Gedankens und der klaren Sprache. Sein Buch über Größengleichungen, Einheiten und Dimensionen, das 1953 in erster, 1957 in zweiter Auflage erschienen ist, zeigt dem Kundigen, daß auf diesem Gebiet Wallot Bleibendes geleistet hat.

Johannes Fischer

A. Weissfloch †. — Albert Weissfloch, der in aller Welt bekannte Forscher und Ingenieur der Mikrowellentechnik, ist in den ersten Tagen des Monats April 1960 gerade nach Vollendung seines 50. Lebensjahres in seinem Wohnsitz bei Paris plötzlich verstorben. Er hat es durch seine im Jahre 1938 beginnenden Arbeiten auf dem Gebiete der Mikrowellentechnik verstanden, klare Begriffe in die Schaltungslehre und saubere Methoden in die Meßtechnik einzuführen. Er bediente sich dabei im wesentlichen der Vierpoltheorie, die er in logisch strenger Form auf die Schaltungen der Mikrowellentechnik anwandte; bei der Darstellung bevorzugte er die kreisgeometrische Betrachtungsweise. In den Fachkreisen des In- und Auslandes ist sein „Transformatorsatz“ besonders bekanntgeworden, in dem er beweist, daß ein verlustloser Vierpol durch zwei über einen idealen Transformator miteinander verbundene Stücke von verlustlosen Leitungen dargestellt werden kann. Für die Generatoren der Mikrowellentechnik hat er ein „Generatorkennlinienfeld“ angegeben, völlig unabhängig von den während des Krieges laufenden amerikanischen Arbeiten, welche die gleiche Darstellung als „Rieke-Diagramm“ bezeichnen. Sein Buch „Schaltungstheorie und Meßtechnik des Dezimeter- und Zentimeter-Wellengebiets“ faßt seine wesentlichen Arbeiten zusammen und ist eins der wenigen deutschsprachigen Bücher, das wegen seiner Originalität auch im englischsprachigen Schrifttum häufig zitiert wird.

Albert Weissfloch wurde 1910 in Andorf (Mittelfranken) geboren, studierte an den Universitäten Erlangen und Göttingen und promovierte 1938 in Erlangen mit einer mathematischen Arbeit zum Dr. rer. nat. Seine wesentlichen wissenschaftlichen Arbeiten hat er in den Laboratorien der Firmen Telefunken und Pintsch bzw. Funkstrahl im Laufe des Krieges durchgeführt; sein Buch konnte infolge von Nachkriegsschwierigkeiten erst 1954 erscheinen. Bald nach Kriegsende ging er nach Frankreich und widmete sich dort dem Aufbau der Firma STAREC, in der er zuletzt technischer Direktor war. Er war keineswegs nur Theoretiker, sondern besaß auch alle Fähigkeiten, die Ergebnisse seiner theoretischen Arbeiten zum praktischen Erfolg zu führen. Der Tod hat seiner Arbeit, die er mit Begeisterung und Aufopferung durchführte, ein plötzliches Ende gesetzt.

F. W. Gundlach

JUBILÄEN

H. Kohler. — Dem Produktionsleiter der Himmelwerk AG in Tübingen, Hans Kohler, wurde an seinem 64. Geburtstag, am 9. Mai 1960, der zugleich der Tag seiner 50-jährigen Betriebszugehörigkeit war, in Anerkennung seiner Verdienste für die Elektroindustrie das Bundesverdienstkreuz verliehen. H. Kohler konnte sich bereits vor dem 1. Weltkrieg mit dem Bau von Drehstrommotoren beschäftigen, die dann 1919 in die laufende Fertigung der Firma aufgenommen wurden und auch heute noch das Herstellungsprogramm der Himmelwerk AG weitgehend bestimmen.

W. Petrus. — Am 1. Mai 1960 beging Dipl.-Ing. Walter Petrus bei den Stadtwerken Düsseldorf sein 25-jähriges Dienstjubiläum. Er hat sich maßgebend nach dem Zusammenbruch für das Wiederaufleben der VDE-Tätigkeit im Westen eingesetzt, und es ist auch seiner Initiative zu verdanken, daß es zur Gründungsversammlung des VDE-britische Zone gekommen ist. Seit vielen Jahren ist W. Petrus Mitglied in den beiden VDE-Kommissionen 0720 und 0725.

r

F. Schröter. — Vor 40 Jahren, im Mai 1920, trat Prof. Dr. phil. Fritz Schröter in die Telefunken GmbH ein, die ihn zum Abteilungsleiter und später zum Direktor ernannte. Geboren wurde er am 28. Dezember 1886. Er studierte Physikalische Chemie und Elektrotechnik in Lausanne und Berlin. Von 1915 bis 1921 war er Leiter der Studienabteilung der Jul. Pintsch AG, Berlin. In dieser Zeit fällt die Erfindung der Neon-Glimmlampe sowie der Glimmlicht-Stabilisationsröhre. Im Jahre 1926 hat Schröter auf die Bedeutung der ultrakurzen Wellen für die Übertragung von Fernsehsignalen hingewiesen. Zu seinen größten Verdiensten zählt die Überleitung von der mechanischen zur elektronischen Bildübertragung und -wiedergabe. Im Jahre 1931 wurde er Honorarprofessor an der TH Berlin, und 1933 wurde er mit der Gauß-Weber-Gedenkmünze ausgezeichnet. Von 1947 bis 1950 war er in Paris tätig. An der Universität Madrid hatte Schröter von 1950 bis 1955 eine Professur. Nach seiner Rückkehr arbeitet er als wissenschaftlicher Berater im Forschungsinstitut der Telefunken GmbH in Ulm. Eine ausführliche Würdigung der Verdienste des Jubilars ist in der ETZ-A Bd. 78 (1957) S. 62 veröffentlicht.



Schramm AG. — Im Mai 1960 konnte die Schramm Lack- und Farbenfabriken AG, Offenbach a. M., auf ihr 150-jähriges Bestehen zurückblicken. Das Unternehmen stellt neben Farben und Speziallacken eine Vielzahl von Lacken für die Elektrotechnik her; so z. B. Isolier-, Draht- und Schalttafelacke neben Gieß- und Tränklacken.

In den Anfängen der Gründung wurden nur Firnis und Lack hergestellt. Die Fabrikation erweiterte sich 1837 und wurde in die Rohrmühle vor die Tore Offenbachs gelegt. Im Jahre 1903 schlossen sich die Firmen der beiden Brüder zusammen. Nach 1945 wurde der Betrieb in der Rohrmühle mit 45 Beschäftigten wieder aufgenommen. Nach der Währungsreform konzentrierte sich die Schramm AG wieder auf ihre früheren besonderen Absatzgebiete.

ii

BÜCHER

DK 621.313(083.133)

Erläuterungen zu den Regeln für elektrische Maschinen VDE 0530/3.59. VDE-Schriftenreihe, H. 10, Hrsg. H. Hess. Im Auftrage der VDE-Kommission Elektrische Maschinen verfaßt von F. Hillebrand, F. Kade, H. Kinkel †, O. Löbl, H. Möller, F. Müllner, E. Scharstein u. J. Tittel. Mit 84 S., 16 B., Format DIN A 5. VDE-Verlag GmbH, Berlin 1960. Preis Ganzln. 8,40 DM; mit „Regeln für elektrische Maschinen VDE 0530“; Preis 12,— DM.

Nach dem zweiten Weltkriege wurden die „Regeln für elektrische Maschinen“ neu gefaßt und im Jahre 1955 herausgegeben. In dieser Form (VDE 0530/7.55) sind sie auch in den dritten Band der 25. Auflage der VDE-Vorschriften aufgenommen worden. Verschiedene neue Erkenntnisse und Erfahrungen, aber auch die Rücksicht auf ausländische Vorschriften und die IEC-Empfehlungen machten Ergänzungen und Änderungen notwendig, die nun in der neuen Fassung VDE 0530/3.59 eingefügt sind.

Zu diesen „Regeln für elektrische Maschinen“ wurden nun Erläuterungen herausgegeben, die in einem handlichen Büchlein zusammengefaßt sind. Diese Erläuterungen betreffen selbstverständlich nicht allein die Verbesserungen und Zusätze, die in die Neufassung aufgenommen wurden, sondern beziehen sich auf alle Absätze der Regeln.

Auf diese Weise ist ein kleines Lehrbuch über die elektrischen Maschinen entstanden, auf das niemand, der sich mit diesem Ge-

biete der Technik befaßt, verzichten kann. Besonders hervorzuheben sind die Erläuterungen zu § 9 (Reaktanzen und Zeitkonstanten von Synchronmaschinen), § 10 (Leistungsbegriffe, Leistungsfaktor, Wirkungsgrad), § 12 (Sinusform von Spannungskurven), § 18 (Nennbetriebsarten), § 27 (Symmetrie von Mehrphasen-Spannungssystemen), § 54 (Rückarbeitsverfahren), § 56 (Kalorimetrisches Verfahren), § 58 (Leerverluste) und § 59 (Erregungsverluste).

Zum § 27 wird in einem Anhang die Ermittlung der symmetrischen Komponenten eines Drehstromsystems besprochen, und zum § 56 bringt ein Anhang die Verlustbestimmung durch Messung der Temperaturzunahme des Kühlmittels.

Den Schluß bilden ein Verzeichnis des einschlägigen Schrifttums mit 100 Anführungen und ein sorgfältig zusammengestelltes Sachverzeichnis.

Es ist überflüssig zu sagen, daß in der Neufassung der Regeln VDE 0530/3.59 z. B. die Bezeichnung der Wechselstromgrößen nach DIN 40 110 geändert wurde. Warum aber wurden im Bild 1 der Regeln für die Erregung unter § 6 die Flächen mit F statt mit A bezeichnet, und im § 9 in den Regeln und in den Erläuterungen das Zeichen für den Kurzschluß mit K statt mit k angegeben, wie es DIN 40 121 vorschreibt? Das sind aber nebensächliche Kleinigkeiten.

Das Büchlein mit den Erläuterungen zu den „Regeln für elektrische Maschinen“ ist sehr gut ausgestattet; die Zeichnungen sind klar und deutlich. In eine Tasche auf der hinteren inneren Deckseite können die „Regeln für elektrische Maschinen“ gesteckt werden. Das Büchlein wird bald in den Händen jedes Fachgenossen sein, der mit elektrischen Maschinen zu tun hat und ihn als verlässlichen Ratgeber und Führer begleitet. *H. Sequenz*

DK 621-519 : 629.135.001.572(023.11)

Elektronische Fernsteuerungen für Flugmodelle. Bd. 5: Sender und Empfänger für 40,68 MHz. Teil- und Volltransistorempfänger, Tonmodulation, Rudermaschinen, Zusammenschaltung. Von *L. Hildebrand*. Mit 88 S., 56 B., Format 15 cm × 21 cm. Jakob Schneider Verlag, Berlin 1960. Preis kart. 4,80 DM.

Das Buch wendet sich an funktechnisch nicht vorgebildete Fernlenk-Amateure, die auf der jetzt für Modellsteuerungen freigegebenen Frequenz 40,68 MHz arbeiten wollen. Es enthält ausführliche Anleitungen und Baupläne für den Selbstbau eines Senders und verschiedener Empfänger. Der Sender ist entsprechend den Postvorschriften quartzesteuert und kann tonmoduliert werden, so daß sich dieser Sender auch für Zweikanalsteuerungen eignet. Alle beschriebenen Empfänger sind Pendelempfänger, weil diese im Aufbau besonders einfach sind. Beschrieben werden Rauschempfänger, die auf das Vorhandensein der Senderwelle ansprechen und Tonempfänger, die auf Tonmodulation ansprechen und deshalb störungssicherer sind. Für beide Arten sind Bauanleitungen für je eine teil- und eine volltransistorisierte Ausführung enthalten. Weiterhin wird der Bau eines Zweikanal-Empfängers mit einer Röhre und vier Transistoren beschrieben, der aus der Zusammenfassung eines Rausch- und eines Tonempfängers entsteht. Zum Schluß gibt der Verfasser Hinweise für den Aufbau der Getriebe und Motoren zum Umsetzen der Steuerkommandos und für die Zusammenschaltung der ganzen Anlage.

Das Buch ist leicht verständlich und klar geschrieben. Die Arbeitsweise der Schaltungen wird erklärt. Ausführliche Anweisungen für die Inbetriebnahme und Hinweise auf Abgleichhilfsmittel und Fehlermöglichkeiten dürften einen Mißerfolg ausschließen, wenn man sich an die Anweisung gehalten hat. Das Buch wird daher seinem Zweck gerecht, insbesondere dem Amateur zum Erfolg zu verhelfen, der noch wenig Erfahrung auf dem Gebiete der Elektronik hat. *H. J. Fründt*

DK 347.235.16 : 338.45(024)

Untersuchungen über die Investitionsentscheidungen industrieller Unternehmen. Von *E. Gutenberg*. Mit 230 S., 42 Taf., Format 16 cm × 24 cm. Westdeutscher Verlag, Köln u. Opladen 1959. Preis kart. 23,— DM.

Es ist sehr zu begrüßen, daß Prof. Gutenberg den beachtlichen und aufschlußreichen Versuch unternommen hat, die Investitionsgründe einmal systematisch und sachlich zu erforschen. Im Vorwort wird die Notwendigkeit und Bedeutung der vorliegenden Untersuchung als „ein echtes Problem betriebswirtschaftlicher

Forschung“ und für die Volkswirtschaftslehre als „eine Überprüfung der Prämissen, auf denen ihre Investitionstheorie beruht“ gekennzeichnet. Zunächst werden die Ersatzinvestitionen erforscht, und zwar nach dem Zeitpunkt für die Ersetzung vorhandener Anlagen, den Gründen für vorzeitige Anlagenerneuerung und den Finanzierungsquellen. Weiter werden die Gründe für Erweiterungsinvestitionen und deren Finanzierung näher behandelt.

Die Befragung erstreckte sich auf Unternehmen der Montanindustrie, Chemie, Elektro- und Maschinenbau-Industrie, Automobil- und Ackerschlepper-Industrie, Brauerei- und Textil-Industrie. Die Antworten stammen ganz überwiegend von Großunternehmen. Von der Elektro-Industrie waren 3 Universalunternehmen beteiligt. Aus deren Antworten sei erwähnt: Die Gründe für vorzeitige Anlagenersetzungen waren zugleich und in nahezu gleichem Grade: Rationellere Fertigung durch verfahrenstechnische Verbesserungen und Verkürzung der Fertigungszeiten sowie Mangel an Arbeitskräften und Verbesserung der Produktionsqualität. Alle anderen denkbaren Gründe (finanzieller und preislicher, steuerlicher und wettbewerblicher Art) traten dagegen stark zurück.

Erweiterungsinvestitionen spielten natürlich von allen Investitionsarten die größte Rolle. Als „ausschlaggebend“ wurden die günstigen Absatzerwartungen genannt, als „wichtig“ aber auch die Verbesserung der Kostenlage durch Kapazitätserweiterung. Ein ebenfalls wichtiges Motiv war die „Engpaßbeseitigung“. Alle anderen denkbaren Motive traten — ähnlich wie bei den Ersatzinvestitionen — zurück, insbesondere Rücksichten auf die Konkurrenz und (die in der Öffentlichkeit gewöhnlich stark überbewerteten) steuerlichen Erwägungen, zusätzliche Abschreibungsmöglichkeiten zu schaffen.

Außer den Befragungsergebnissen bringt die Arbeit eine Übersicht der „in der industriellen Praxis gebräuchlichen Methoden der Investitionsrechnung“. *W. Huppert*

DK 614.8-027 : 621.3(047.33)

100 seltsame Fälle der Starkstromtechnik. Mit 126 S., zahlr. B., Format 14,5 cm × 21 cm. Verlag Praktisches Wissen, Graz-Eggenberg 1960. Preis brosch. 32,— ö. S.

Die in Österreich erscheinende Monatszeitschrift „Praktisches Wissen“ berichtet laufend über „Seltsame Fälle“ in der Praxis. Dabei sind nicht nur Fälle aus Österreich, sondern auch aus dem Ausland und aus Übersee berücksichtigt. Die ersten 100 Fälle sind in dem vorliegenden Büchlein zusammengefaßt. Um das Auffinden bestimmter Fälle zu erleichtern, ist ein ausführliches Sachwortverzeichnis angefügt, in dem mitunter der gleiche Fall unter verschiedenen Sachworten aufgeführt ist. Unter anderem werden zahlreiche Unglücksfälle mit tödlichem Ausgang geschildert, deren Studium die Wichtigkeit der pedantisch genauen Beachtung aller Vorschriften beweist. Daneben betreffen viele Fälle mechanische Fehler, Werkstoff-Fehler, Bearbeitungsfehler, Fehler in der Lagerung, in der Schmierung, im Einbau, der Wartung und der Schaltung.

Es liegt in der Natur der Sache, daß sich „Seltsame Fehler“ nicht systematisch erfassen und darstellen lassen. Für den Betriebsmann und den Revisionsingenieur bietet das Büchlein trotz- dem eine interessante Fundgrube und viele Anregungen für seine Arbeit. *A. Herhahn*

Folgende Aufsätze erschienen in der ETZ-A vom 18. Juli 1960

Heft 15

- W. Oburger: Neue Isolierstoffe und Isolierverfahren für Wicklungen von Großgeneratoren in Europa und in den USA.
- L. Lebrecht: Numerus clausus und Platzkapazität für das Studium der Elektrotechnik an westdeutschen Technischen Hochschulen.
- J. Tittel: Fernsprech-Oberschwingungsfaktoren bei Drehstromgeneratoren in deutschen Netzen.
- H. Wagner von Wagenried: Beitrag zur komplexen Behandlung von Wechselleistungen.
- A. Hochrainer: Die komplexe Darstellung der Leistung in Wechselstromkreisen.
- H. Helke: Genaues Verfahren zur Messung hochohmiger Widerstände bei hoher Gleichspannung.
- W. Dörr: Zusammenhänge zwischen Leistung, Schalthäufigkeit, Schwungmassen und Erwärmung bei polumschaltbaren Drehstrom-Aufzugmotoren.

Abschluß des Heftes: 14. Juli 1960

Schluß des Textteiles

Schriftleitung: Frankfurt a. M., Osthafenplatz 6; Fernruf 43 31 57; Fernschreiber (Telex) 04-12 871.

Hauptschriftleiter: Dr.-Ing. P. Jacottet (für den redaktionellen Teil verantwortlich).

Schriftleiter: Dipl.-Ing. W. H. Hansen und Dipl.-Ing. G. Iserlohe.

Zuschriften für die Schriftleitung nicht an eine persönliche Anschrift, sondern nur an: Schriftleitung der ETZ, Frankfurt a. M., Osthafenplatz 6, Fernruf 43 31 57.

Verlag und Anzeigenverwaltung: VDE-Verlag GmbH, Berlin-Charlottenburg 2, Bismarckstraße 33, Fernruf 34 01 41, Fernschreiber (Telex) 01-84 083.

Anzeigenleitung: Kurt Totzauer.

Bezugspreis (halbjährlich zuzügl. Zustellgebühr) 11,— DM, für VDE-Mitglieder - nur durch den VDE-Verlag - 9,— DM; Ausgabe A und B zusammen 30,— DM, für VDE-Mitglieder - nur durch den VDE-Verlag - 21,— DM. Einzelpreis dieses Heftes 1,50 DM.

Druck: Deutsche Zentraldruckerei AG, Berlin SW 61, Dessauer Straße 6/7.